



Universidade de Aveiro
Ano 2016

Departamento de Comunicação e Arte

**Ana Filipa Pais da
Silva**

**Utilização da cortiça em design de produto:
Novas soluções para capacetes desportivos**



Universidade de Aveiro Departamento de Comunicação e Arte

Ano 2016

**Ana Filipa Pais da
Silva**

**Utilização da cortiça em design de produto:
Novas soluções para capacetes desportivos**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Mestrado em Engenharia e Design de Produto, realizada sob a orientação científica do Mestre Paulo Bago d'Uva, Professor auxiliar convidado do Departamento de Comunicação e Artes da Universidade de Aveiro e coorientação científica do Doutor Ricardo Alves Sousa, Professor auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho em especial à minha mãe e a todos que me acompanharam nesta fase.

o júri

presidente

Prof. Doutora Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Ricardo Nuno de Oliveira Bastos Torcato
Professor Adjunto da Universidade de Aveiro (Vogal)

Prof. Doutor David Manuel Maio Bota
Professor assistente - ELISAVA, school of Design and engineering de Barcelona e Laureate Universities (Arguente)

Prof. Mestre Paulo Alexandre Lomelino de Freitas Tomé Rosado Bago de Uva
Professor Auxiliar Convidado da Universidade de Aveiro (orientador).

agradecimentos

Agradeço a todos os colegas e docentes que me acompanharam ao longo da minha formação e a esta academia (Universidade de Aveiro) por me ter acolhido e disponibilizado todas as ferramentas necessárias que me permitiram crescer e aprender a fazer aquilo que gosto.

Um especial destaque para a Escola Superior Aveiro – Norte pela eficiência na maneira como prepara os alunos para o mercado de trabalho

Quero também agradecer à equipa que me acompanhou durante o meu estágio curricular na empresa Amorim Revestimentos, S.A. que foi o grande impulsionador do interesse pela cortiça base desta dissertação de mestrado.

Agradeço também a oportunidade que me foi proporcionada pela equipa de investigadores do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro Professor Doutor Ricardo Alves e Mestre Fábio Fernandes para participar no projeto e explorar o uso da cortiça no desenvolvimento de capacetes.

Por fim, um especial agradecimento ao orientador Paulo Bago de Uva e coorientador Ricardo Alves pela disponibilidade no decorrer deste trabalho.

palavras-chave

Capacete, proteção corporal, desporto, design de produto, cortiça, eco-design, inovação.

resumo

O uso da cortiça em produtos do dia-a-dia cresceu substancialmente nos últimos anos. Este trabalho resume a evolução até aos dias de hoje e reflete se a exploração deste nobre material é fiel às características particulares da cortiça. A aplicação prática deste trabalho assenta sobre o desenvolvimento de um acessório de proteção corporal explorando a cortiça: design de produto de capacete com camada de absorção de impacto em cortiça (dando continuidade à tese de um colega de Engenharia Mecânica).

keywords

Helmet, corporal protection , sport, product design, cork, eco-design, inovation.

abstract

The use of cork in quotidian products has grown substantially in recent years. This paper summarizes the evolution to the present day and reflects if the exploration of this noble material is faithful to the particular characteristics of cork. The practical application of this work is based on the development of a body protection accessory exploring cork: product design of a helmet with an impact absorption layer made with cork (continuing the thesis of a colleague of Mechanical Engineering).

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Objetivos de dissertação.....	1
2.	Caracterização do sector corticeiro.....	3
2.1.	Transformação do material	3
2.1.1.	O descortiçamento.....	3
2.1.2.	Processo Industrial	4
2.2.	Industria Corticeira: panorama geral	6
2.3.	Análise refletiva e económica do sector corticeiro em Portugal.....	8
3.	Evolução do uso da cortiça em desenvolvimento de produto.....	13
3.1.	História.....	13
3.2.	Aplicação da cortiça em produtos técnicos	14
3.3.	Aplicação da cortiça em produtos de design	15
3.4.	Conclusões e possíveis tendências da globalização do material	15
4.	Caso prático: desde o design à exploração mecânica do material	17
4.1.	Caracterização do material	17
4.2.	Ensaio mecânicos.....	18
4.1.1.	Ensaio de impacto	18
4.2.2.	Ensaio de compressão.....	20
4.2.	Conclusões.....	23
5.	Oportunidade da aplicação de cortiça em capacetes	25
5.1.	Porquê a cortiça?	25
5.2.	Uso de capacete e suas vantagens.....	27
5.3.	Cortiça e capacetes	31
5.4.	Cortiça e Desporto	31
6.	Análise de mercado	33
6.1.	Análise de mercado de capacetes motociclismo.....	35
6.1.1.	Benchmarking técnico e conclusões	38

6.2.	Análise de mercado de capacetes ski/ snowboard	40
6.2.1.	Benchmarking técnico e conclusões	42
6.3.	Análise de mercado de Skydive / Voo livre	43
6.3.1.	Benchmarking técnico e conclusões	44
7.	Definição publico – alvo	45
7.1.	Fatores externos.....	45
7.2.	Reflexão ski/snowboard	47
7.3.	Reflexão Skydive e free flight.....	50
7.4.	Project Brief	52
8.	Desenvolvimento conceptual	53
8.1.	Análise ergonómica	53
8.2.	Sketching e maquetização	62
8.2.1.	Desenvolvimento cork layer	66
8.2.2.	Desenvolvimento solução ski / snowboard	78
8.2.3.	Desenvolvimento solução de skydive / free flight.....	82
8.3.	Desenvolvimento de produto: desenho 3D.....	87
8.3.1.	Rendering e detalhes	87
8.3.2.	Proposta de materiais e processos	92
9.	Apresentação de produto: proposta de identidade da marca.....	95
10.	Conclusões finais e trabalhos futuros.....	97
11.	Bibliografia.....	99

Índice de Ilustrações

Ilustração 1: Curiosidades sobre o montado de sobro	3
Ilustração 2: Pormenor do mapa - distribuição dos montados de sobro mundiais	6
Ilustração 3:Distribuição do setor corticeiro por tipo de produção em Portugal,2015.....	10
Ilustração 4:Tipologias de capacete no mercado posicionadas segundo: segurança, lazer, status e funcionalidade	33

Ilustração 5:Tipologias de capacete no mercado posicionadas segundo: segurança, lazer, status e funcionalidade (2).....	34
Ilustração 6:Tipologias de capacete de motociclismo posicionadas segundo: segurança, lazer, status e funcionalidade	36
Ilustração 7: Morfologia capacete motociclismo.....	37
Ilustração 8: Tipologias de capacete de motociclismo segundo estilo visual	38
Ilustração 9:Tipologias de capacete no mercado: posicionamento capacete Ski	42
Ilustração 10:Correlação geográfica entre principais mercados de exportação de cortiça e estâncias de ski/snowboard	48
Ilustração 11: Diferença entre impacto em angulo reto e oblíquo e consequentes lesões (Kleiven, 2007)	54
Ilustração 12: concussão por impacto e concussão no retorno do impacto (Sergio Christian Carnevale Lon, 2014)	55
Ilustração 13: Músculos da cabeça humana	57
Ilustração 14: Músculos do pescoço.....	58
Ilustração 15: Sistema de alavanc.....	58
Ilustração 16: Campo de visão humano	59
Ilustração 17: Relação entre capacete aberto e cabeça humana	61
Ilustração 18:Relação entre capacete fechado e cabeça humana.....	61
Ilustração 19: Dimensões camada de absorção de impacto - Capacete CMS.....	66
Ilustração 20: Desenho de detalhe cork layer	70
Ilustração 21: Cork layer - modelo ski	73
Ilustração 22: Fit system.....	73
Ilustração 23:Cork layer - modelo de skydive	74
Ilustração 24: Fit system.....	74
Ilustração 25: Exemplificação de teste EN 1077	75
Ilustração 26: Exemplificação de teste ASTM 2040	75
Ilustração 27: Sequência da colocação do capacete	82
Ilustração 28: Sequência de colocação do capacete	86
Ilustração 29: Origem da proposta de marca	96
Ilustração 30: Proposta de marca - estudo de letra	96

Índice de Figuras

Figura 1: Processo de descortiçamento do sobreiro	4
Figura 2: Bloco de aglomerado de cortiça composto	4
Figura 3: Bloco de aglomerado de cortiça expandida	4

Figura 4: Exemplo de isolamento	14
Figura 5: Compósito Rubbercork	14
Figura 6: Compósito corecork	14
Figura 7: Angel cork de Nuno Zamaro	14
Figura 8: Mobiliário Blackcork	15
Figura 9: Instalação Gencork	15
Figura 10: Acessórios de moda Pelcor	15
Figura 11: Berço em cortiça da TASA	15
Figura 12: Filamento cortiça Colorfab	15
Figura 13: Brinquedo Corkway	15
Figura 14: Elemento de teste e impactador	18
Figura 15: Exemplo de provete para testar	18
Figura 16- Instalação em cortiça Onion Pinch, 2011. (exemplo de exploração de resistência mecânica da cortiça)	20
Figura 17: Cartaz de consciencialização para uso de capacete (Nacional Ski Areas Association (NSAA), 2015)	28
Figura 18: Capacete militar século XX	31
Figura 19: Capacete Lacoste	31
Figura 20: Capacete bicicleta Stark	31
Figura 21: Capacete skate coyle	31
Figura 22: Punho de bastão de ski em cortiça -Yuetor	32
Figura 23: Punho de bicicleta em cortiça - Hermans	32
Figura 24: Motociclismo de longo curso	35
Figura 25: Motociclismo de competição	35
Figura 26: Prática de ski	40
Figura 27: Prática de Snowboard	40
Figura 28: Morfologia capacete Ski e Snowboard	40
Figura 29: BOA (Adjustable dial system)	42
Figura 30: Prática de paraquedismo	43
Figura 31: Prática de voo livre	43
Figura 32: Morfologia capacete skydive	43
Figura 33: Atletas Federados (1996-2009) em desportos com uso de capacete (Instituto do Desporto de Portugal, IP, 2011)	45
Figura 34: Rendimento coletável por classes em Portugal (€), 2016	46
Figura 35: Principais destinos de exportação cortiça portuguesa, 2015 (APCOR, 2016)	47
Figura 36: Snowboard e restantes desportos de neve (Federação Internacional de Ski, s.d.)	48
Figura 37: Estrutura da cabeça e do cérebro	53
Figura 38: Formas do crânio	53

Figura 39: Subdivisões do crânio	53
Figura 40: Localização dos lobos do cérebro	54
Figura 41: Medições antropométricas Americanas (Nacional Aeronautics and Space Administration)	56
Figura 42: Movimentos da cabeça (Nacional Aeronautics and Space Administration)	57
Figura 43: Movimentos da cabeça humana (envatotuts+ , 2014)	59
Figura 44: Esquícios de diversas posições da cabeça humana.....	59
Figura 45: Tabela de tamanhos Arai	60
Figura 46: Tabela de tamanhos Schubert	60
Figura 47: Tabela de tamanhos Giro.....	60
Figura 48: Pormenor quadro 4: Materiais para casco	63
Figura 49: Pormenor quadro 4: Natureza	63
Figura 50: Pormenor quadro 4: equipamento	64
Figura 51: Pormenor quadro 4: materiais alternativos a espuma	64
Figura 52: Pormenor quadro 4: tecidos.....	65
Figura 53: Pormenor quadro 4: gadgets.....	65
Figura 54: Double D	65
Figura 55: Micro metric	65
Figura 56: Quick release	65
Figura 57: Fecho por pressão	65
Figura 58: Mock-up em cartão.....	67
Figura 59: Modelo 1 (lateral)	68
Figura 60: Modelo 1 (frente).....	68
Figura 61:Modelo 1 (topo)	68
Figura 62:Modelo 1 (corte)	68
Figura 63:Modelo 2 (lateral)	69
Figura 64:Modelo 2 (frente).....	69
Figura 65:Modelo 2 (topo)	69
Figura 66:Modelo 3 (topo)	69
Figura 67: Modelo 3 (frente).....	69
Figura 68: Modelo 3 (lateral)	69
Figura 69: Modelo 3 (vista de trás).....	70
Figura 70: Modelo 3 (perspetiva)	70
Figura 71: Desenvolvimento do protótipo cork layer	71
Figura 72: Modelo com protótipo da cork layer	72
<i>Figura 73: Sistema de fecho capacete</i>	<i>87</i>
<i>Figura 74: Perspetiva de capacete ski/ snowboard</i>	<i>87</i>
<i>Figura 75: Capacete de ski e detalhes</i>	<i>88</i>

<i>Figura 76: Detalhes e sistema de conexão das abas laterais (zipper)</i>	88
<i>Figura 77: Perspetiva sem abas laterais de proteção</i>	88
<i>Figura 78: Sistema de comunicação sem fios</i>	89
<i>Figura 79: Vista de frente</i>	89
<i>Figura 80: Render capacete de ski / snowboard</i>	89
Figura 81: Vista de frente capacete skydive.....	90
Figura 82: Perspetivo capacete de skydive	90
Figura 83: Capacete de skydive e detalhes	90
Figura 84: Capacete de skydive e detalhes	91
Figura 85: Sistema de abertura skydive.....	91
Figura 86: Sistema de ventilação dos capacetes.....	92
Figura 87: Imagem das principais das marcas de concorrência.....	95
Figura 88: Imagens das principais marcas da concorrência (2)	95
Figura 89: Proposta de logotipo.....	96

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Produção mundial de cortiça, 2015	7
Gráfico 2: Top 6 países mais exportadores de cortiça, 2015	7
Gráfico 3: Top 6 países mais importadores de cortiça, 2015.....	8
Gráfico 4: Distribuição dos sectores económicos em Portugal, 2012 (Dados INE).....	9
Gráfico 5: Principais destinos de exportação de cortiça portuguesa, 2015 (APCOR, 2016).....	9
Gráfico 6: Distribuição geográfica da indústria corticeira em Portugal (empresas associadas à APCOR)	11
Gráfico 7- Força em função do tempo: referência 8003 & 8822	19
Gráfico 8- Gráfico comparativo de força vs deslocamento da referência 8822	21
Gráfico 9- Gráfico comparativo da força vs deslocamento referência 8003	22
Gráfico 10- Gráfico de comparação de força vs tempo entre as duas amostras: 8003 e 8822	22
Gráfico 11: Gráfico comparativo entre densidade e resistência à fratura. (CesEdupack 2015)	25
Gráfico 12: Gráfico comparativo entre pegada ecológica e resistência à fratura (CesEdupack, 2015).....	26
Gráfico 13: Gráfico comparativo entre fadiga e resistência à fratura. (CesEdupack 2015)	26
Gráfico 14: Aumento do uso de capacete em Ski, por época (Nacional Ski Areas Association (NSAA), 2015) ..	28
Gráfico 15: % de uso de capacete em acidentes relativos a desportos de Inverno	29
Gráfico 16: % de uso de capacete em acidentes fatais resultantes de lesões na cabeça	29
Gráfico 17: Causas de morte em acidentes relativos a desportos de Inverno.....	30
Gráfico 18: Prevenção de morte em incidentes registado pelo uso de capacete	30

Gráfico 19: Registo de acidentes fatais em Skydive nos EUA, 2000-2014 (Chicago Tribune, 2015).....	50
Gráfico 20: comparação entre pegada ecológica e resistência ao impacto compósitos (CesEdupack 2014)....	93
Gráfico 21: comparação entre preço e resistência ao impacto (CesEdupack 2014)	93

Índice de Tabelas

Tabela 1- Tabela de resumo de propriedades das amostras 8822 e 8003.....	18
Tabela 2- Resumo de valores dos ensaios de impacto	19
Tabela 3- Resumo de valores de testes de compressão.....	20
Tabela 4- Resumo de cálculos pós-teste: Tensão, Deformação e Módulo de Young	21
Tabela 5: Condutores vítimas segundo a utilização de acessórios de segurança	27
Tabela 6: Medidas Antropométricas (Percentil 50) (Nacional Aeronautics and Space Administration)	56
Tabela 7: Materiais de teste.....	75
Tabela 8: Resultados de teste a modelo de ski (comparação entre cortiça e EPS).....	76
<i>Tabela 9: Resultados de teste a modelo de ski (comparação entre cortiça e EPS)</i>	<i>77</i>

Índice de Quadros

Quadro 1: Exemplos de aplicação de cortiça em equipamento de desporto	32
Quadro 2: Análise de prós e contras relativamente a uma aposta no mercado de ski/ snowboard	49
Quadro 3: Análise de prós e contras relativamente a uma aposta no mercado de Skydive/ Free flight	51
Quadro 4: Divisão do produto em partes funcionais e soluções	62

Índice de Fluxogramas

Fluxograma 1: Processo de produção de aglomerado composto de cortiça	5
Fluxograma 2: Processo de produção de aglomerado puro expandido	6

1. Introdução

No âmbito da finalização do Mestrado em Engenharia e Design de Produto foi proposto o desenvolvimento de uma de três opções: estágio curricular, projeto ou dissertação, sendo que a última foi a escolha. O tema da dissertação nasceu de um interesse pessoal pelo sector corticeiro e como acontece, talvez impulsionado por um anterior estágio desenvolvido numa corticeira Portuguesa. Este projeto nasce do desejo de desenhar produtos em cortiça que aumentem o valor deste material contrariamente aos produtos de consumo acessíveis no mercado que pelo uso excessivo da cortiça como elemento decorativo têm como consequência a globalização do material mas com o risco da consequente desvalorização da nobreza deste material, tipicamente Português.

O uso deste material em produtos evoluiu ao longo dos tempos e a cada dia surge uma nova aplicação para esta matéria-prima com qualidades bastante peculiares que a tornam única. Ao longo da dissertação será analisado o mercado corticeiro, a sua evolução e a caracterização da cortiça mais detalhada.

A par desta análise e reflexão será desenvolvido um projeto onde a aplicação da cortiça e das suas capacidades está presente: design de produto de capacete com revestimento interno em cortiça. A inovação foca-se no uso de um novo e patenteado compósito de cortiça em substituição das habituais espumas usadas como camada de absorção de impacto. O papel de design de produto passa não só por desenhar e tornar o conceito num produto, mas também recorrer à linguagem visual para divulgar este novo conceito ecológico e fazê-lo chegar a mercados com potenciais compradores.

Os conceitos lecionados ao longo da frequência no Mestrado em Engenharia e Design de Produto, serão visíveis ao longo do desenvolvimento do projeto com a união dos conhecimentos tanto na área do design como na engenharia de produto com balanço entre o desenho e soluções construtivas e relacionadas com materiais e processos de fabrico.

1.1. Objetivos de dissertação

Os principais objetivos desta dissertação de mestrado focam-se em:

- Aliança entre conhecimentos de design e a engenharia mecânica no desenvolvimento de produto.
- Explorar capacidades mecânicas do material.
- Utilização do design como elemento valorizador da performance do material
- Apelo ao uso de materiais naturais e amigos do ambiente – eco-design
- Exploração do design de produto na definição de aspetos formais / técnicos do produto e na criação de uma imagem / linguagem formal apropriada para o capacete de cortiça e respetivos acessórios.

2. Caracterização do sector corticeiro

2.1. Transformação do material

A cortiça é uma matéria-prima proveniente da casca do sobreiro, uma árvore habitual na zona da bacia do mediterrâneo e o ciclo de vida do material começa com o descortiçamento do sobreiro.

São necessários 25 anos até que o sobreiro comece a produzir cortiça e a ser rentável e a exploração dura em média 150 anos. A Ilustração 1 apresenta alguns factos sobre o montado de sobreiro que normalmente são desconhecidos. (APCOR, 2016)

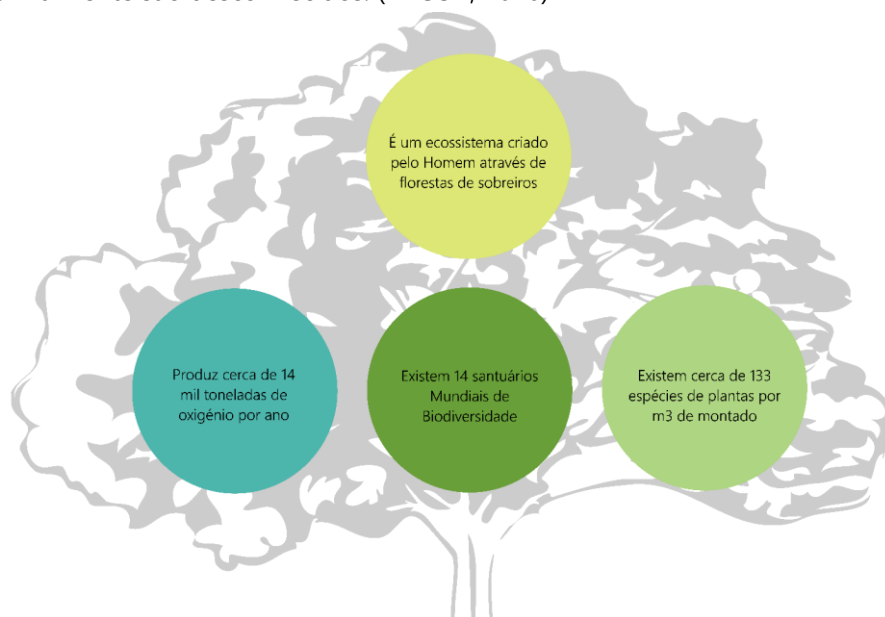


Ilustração 1: Curiosidades sobre o montado de sobreiro

Para além de dar origem a uma matéria-prima 100% orgânica o montado de sobreiro representa uma mais-valia para o ambiente, sendo um local propício para a reprodução de uma grande diversidade de espécies como na criação de ar puro, oxigénio, essencial para a sobrevivência do ser humano.

2.1.1. O descortiçamento

O primeiro descortiçamento, chamado desboia, obtêm-se uma cortiça muito irregular e difícil de trabalhar, chamada cortiça virgem, usada nos pavimentos e outras aplicações que não rolhas.

Após 9 anos é realizado o 2º descortiçamento, obtêm-se um material com estrutura regular, menos duro, mas não o suficiente para rolhas chamada cortiça secundária.

Apenas ao terceiro descortiçamento e seguintes resulta cortiça com propriedades adequadas para produção de rolhas de qualidade. A partir deste ponto o sobreiro fornece cortiça de qualidade de 9 em 9 anos, sendo em média descortiado 15 vezes ao longo da vida.

O processo de descortiçamento é ancestral e deve ser executado por pessoas especializadas para não danificar o sobreiro.

Depois da extração as pranchas de cortiça ficam em repouso empilhadas na floresta, ao sol e chuva, conforme as normas para permitir estabilização do material. Período de repouso dá-se a maturação da matéria-prima e deve ser no mínimo 6 meses. (Fortes, Rosa, & Pereira, 2006)



Figura 1: Processo de descortiçamento do sobreiro

2.1.2. Processo Industrial

Rolhas de Cortiça

As rolhas de cortiça natural são produzidas por brocagem a partir de uma peça única de cortiça enquanto as rolhas técnicas são produzidas através de aglomerados de grânulos de cortiça aos quais se aplicam discos de cortiça natural.

Materiais de construção, design e decoração

A cortiça resultante dos dois primeiros descortiçamentos, podas e limpezas do sobreiro são usadas para construção civil e outras aplicações, como transportes, vestuário, desporto entre outros. Os aglomerados compostos e puro expandido são os mais encontrados.



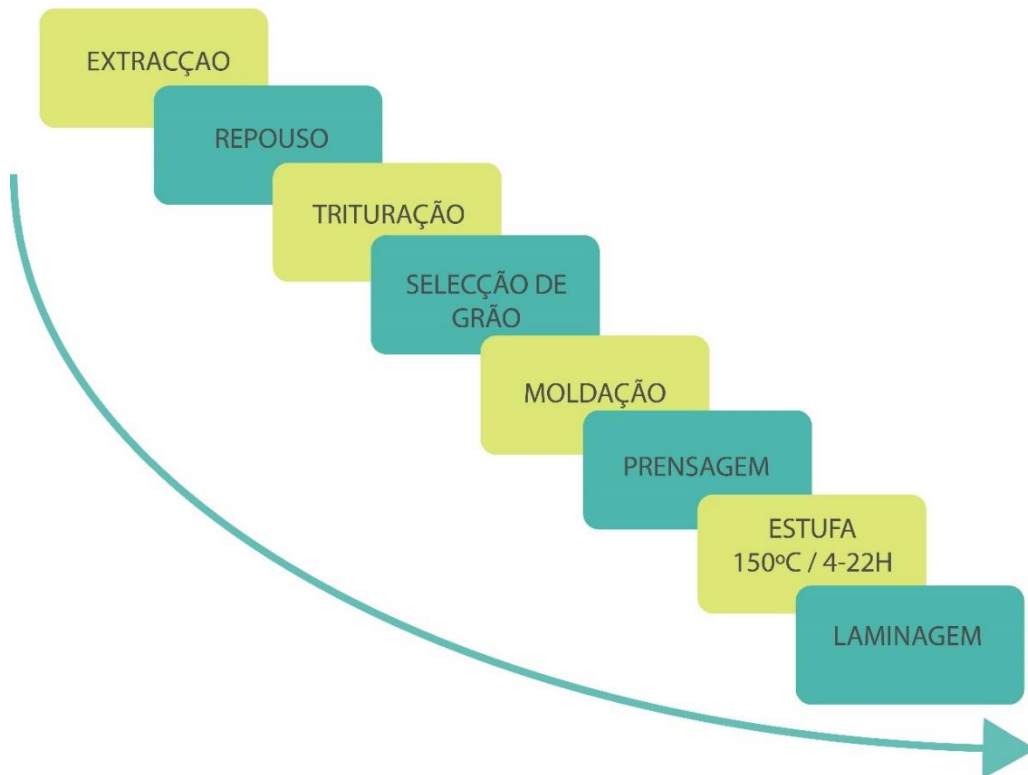
Figura 2: Bloco de aglomerado de cortiça composto



Figura 3: Bloco de aglomerado de cortiça expandida

Aglomerados compostos: utilização de grânulos selecionados para a aglutinação com volumetria e massa volumétrica específicas aglomerados pela ação conjunta entre pressão, temperatura e um agente de aglutinação. A volumetria dos grânulos depende da aplicação final do produto, por exemplo para decorativos é selecionado um grau de calibre fino-médio com baixa densidade enquanto para aplicações em revestimentos os grãos já são de densidades superiores, podendo ser colorida ou não antes de serem colocadas em moldes a resina (chama-se a esta fase do processo moldação).

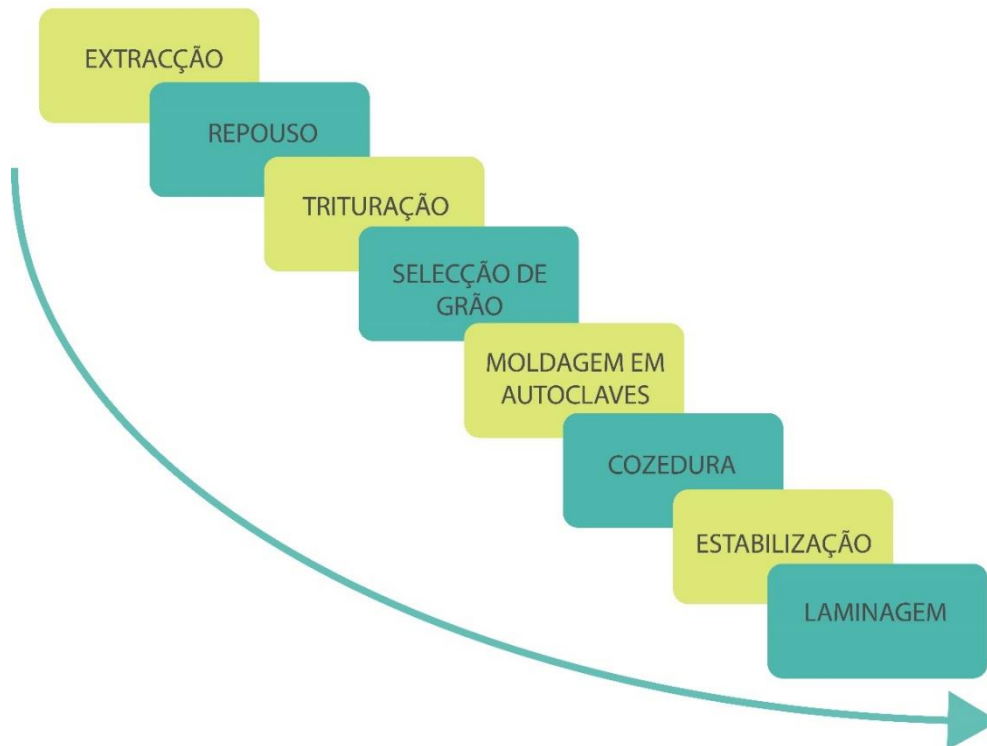
Processo de produção de aglomerado composto de cortiça



Fluxograma 1: Processo de produção de aglomerado composto de cortiça

Aglomerado Puro Expandido (Negro): Os grãos de cortiça são colocados em autoclaves (moldes fechados) e por acção do vapor de água são aquecidos até uma temperatura de 300 a 370°C e sofrem uma expansão libertando a própria resina, chamada a suberina, permitindo assim a aglomeração sem uso de qualquer aditivo. O tempo de cozedura vai de 17 a 30 minutos.

Processo de produção de aglomerado puro expandido de cortiça



Fluxograma 2: Processo de produção de aglomerado puro expandido

2.2. Indústria Corticeira: panorama geral

Como referido no capítulo 2.1, a árvore que dá origem à cortiça é comum na zona da bacia mediterrânea que tem condições meteorológicas propícias para o crescimento desta espécie.

Atualmente a área de montado mundial ascende a 2.139.942. (APCOR, 2016) A Ilustração 2 representa a distribuição das áreas de montado no mapa.

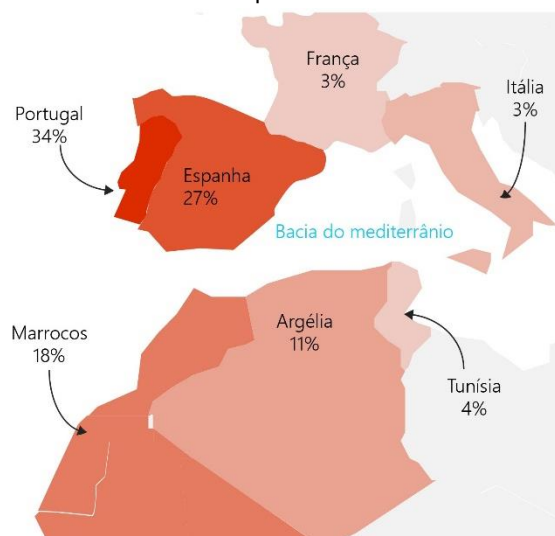


Ilustração 2: Pormenor do mapa - distribuição dos montados de sobre mundiais

A produção mundial de cortiça ascende a 201 mil toneladas, sendo Portugal o líder mundial na produção de cerca de 100 mil toneladas por ano sendo também o líder mundial de exportações, com uma cota de 49.6% em 2015. Além de ser o líder produtor de cortiça em 2015, Portugal também registou o maior número de exportações, seguido da Espanha e França. Os seguintes gráficos ilustram os dados de produção, exportação e importação mundial de cortiça no ano de 2015. (APCOR, 2016)

Produção Mundial de Cortiça, 2015

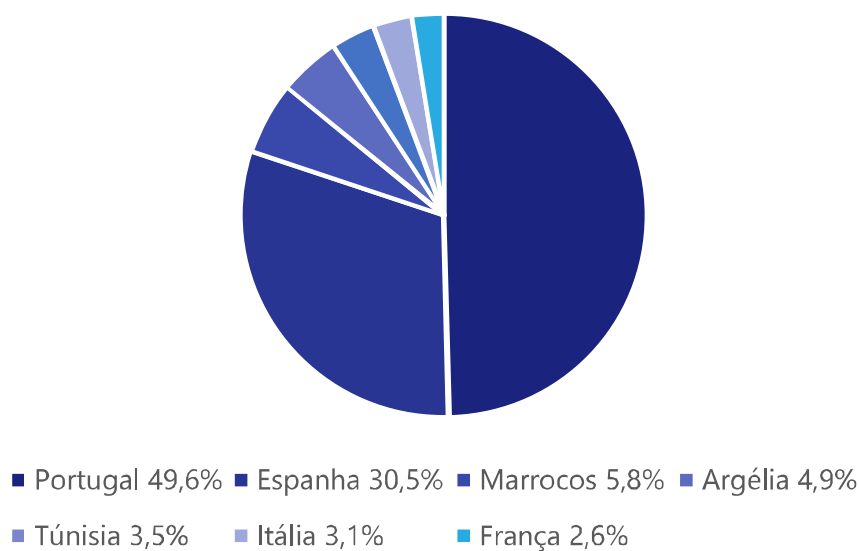


Gráfico 1: Produção mundial de cortiça, 2015

Exportações Mundias de Cortiça, 2015

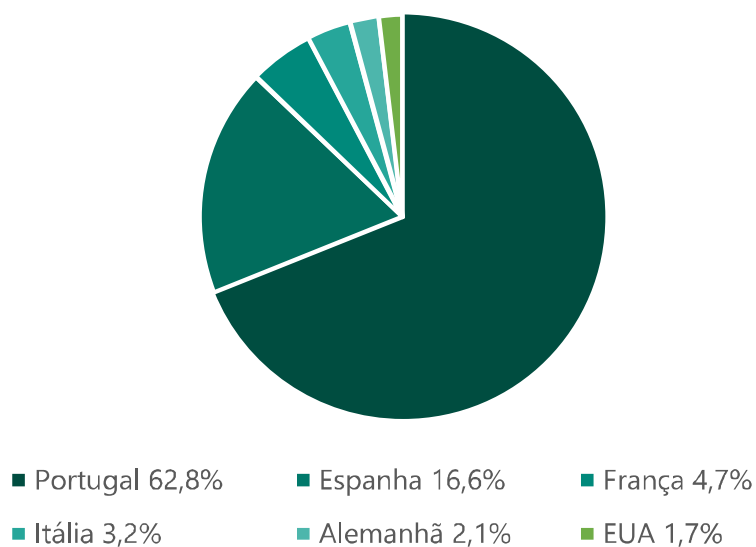


Gráfico 2: Top 6 países mais exportadores de cortiça, 2015

Importações Mundiais de Cortiça, 2015

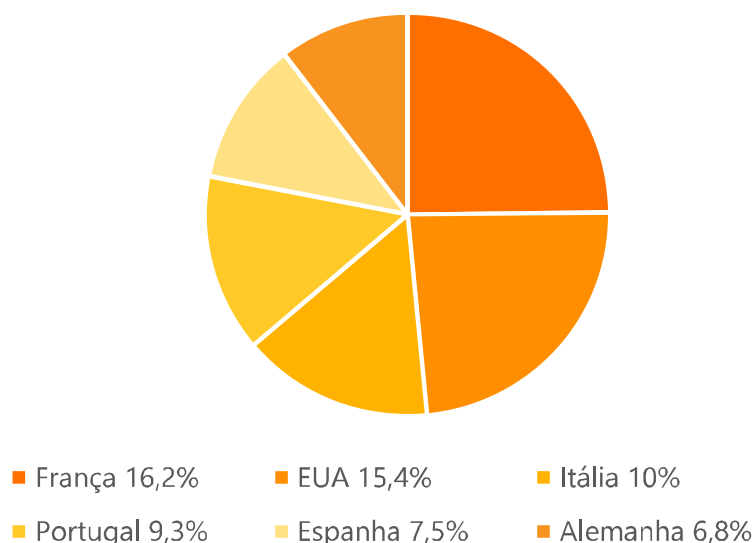


Gráfico 3: Top 6 países mais importadores de cortiça, 2015

A indústria corticeira vai desde a transformação da matéria-prima ao fabrico de rolhas e produtos de construção e decoração. A maior percentagem concentra-se na transformação e fabrico de rolhas, produto mundialmente conhecido que é a cara da cortiça enquanto material. Como se pode observar nos gráficos acima, os maiores produtores de cortiça são os países onde se concentram os montados, mas nos 6 países que mais exportam cortiça encontram-se a Alemanha e EUA, que não são produtores de cortiça, mas tem uma cota de importação superior à de exportação o que justifica o facto de estarem entre os seis países mais exportadores.

De todos os países referenciados, apenas Itália apresenta um saldo negativo entre importações e exportações, provavelmente deve-se ao facto da quota de produção de cortiça ser baixa. Portugal foi o quarto maior importador em 2015, com um balanço positivo.

A versatilidade deste material permite uma constante reinvenção e aposta em novas soluções, que sem colocar de parte as tradicionais aplicações da cortiça, permite que o material não caia em esquecimento, sendo cada vez falado no mundo, quer na área da moda, decoração, inovação de materiais entre outros.

2.3. Análise refletiva e económica do sector corticeiro em Portugal

A indústria corticeira representa uma grande percentagem da indústria nacional, entre empresas de preparação de cortiça, rolhas, fabricação de outros produtos e cortiça em bruto, somam cerca de 650 empresas com uma média de 9000 trabalhadores. Uma boa percentagem das atividades económicas portuguesas focam-se no sector secundário como identificado no Gráfico 4 onde se enquadram as empresas de transformação corticeira.

Distribuição de sectores economicos Portugal, 2012

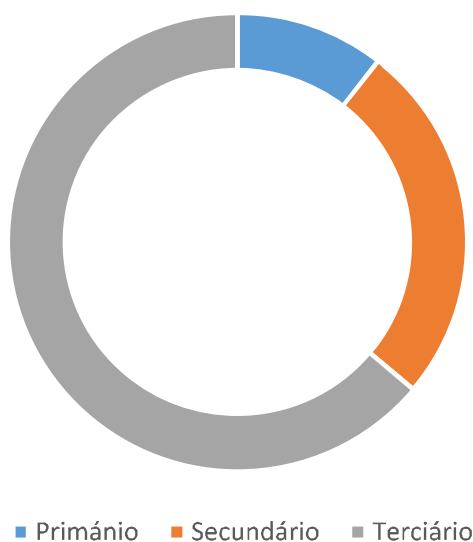


Gráfico 4: Distribuição dos sectores económicos em Portugal, 2012 (Dados INE)

As exportações de cortiça portuguesa representam, 2% da exportação de bens portugueses e 1,2% das exportações totais.

Portugal é o país que mais exporta cortiça (até 2015) sendo que 70% é para Europa, o seguinte Gráfico 5, representa os principais destinos de exportação.

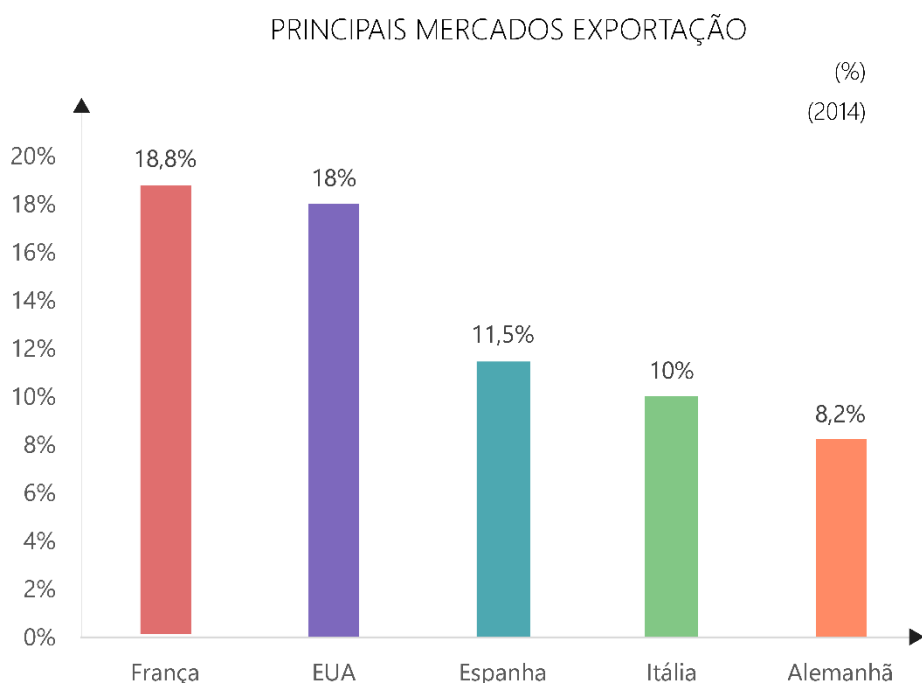


Gráfico 5: Principais destinos de exportação de cortiça portuguesa, 2015 (APCOR, 2016)

Os mercados identificados já estão familiarizados com a qualidade da cortiça portuguesa e são importantes numa posterior fase de definição de mercado, sendo que a inovação principal do

produto a desenvolver é o uso da cortiça. A França e EUA são os principais compradores de cortiça portuguesa, quer em bruto quer sob a forma de produto. Nos últimos 12 anos as exportações da cortiça mantiveram-se estáveis, exceto no ano 2009 que apresentou um decréscimo considerável. A indústria corticeira divide-se em quatro grupos: rolhas de cortiça natural, outros tipos de rolhas, materiais de construção e outros produtos. (APCOR, 2016)

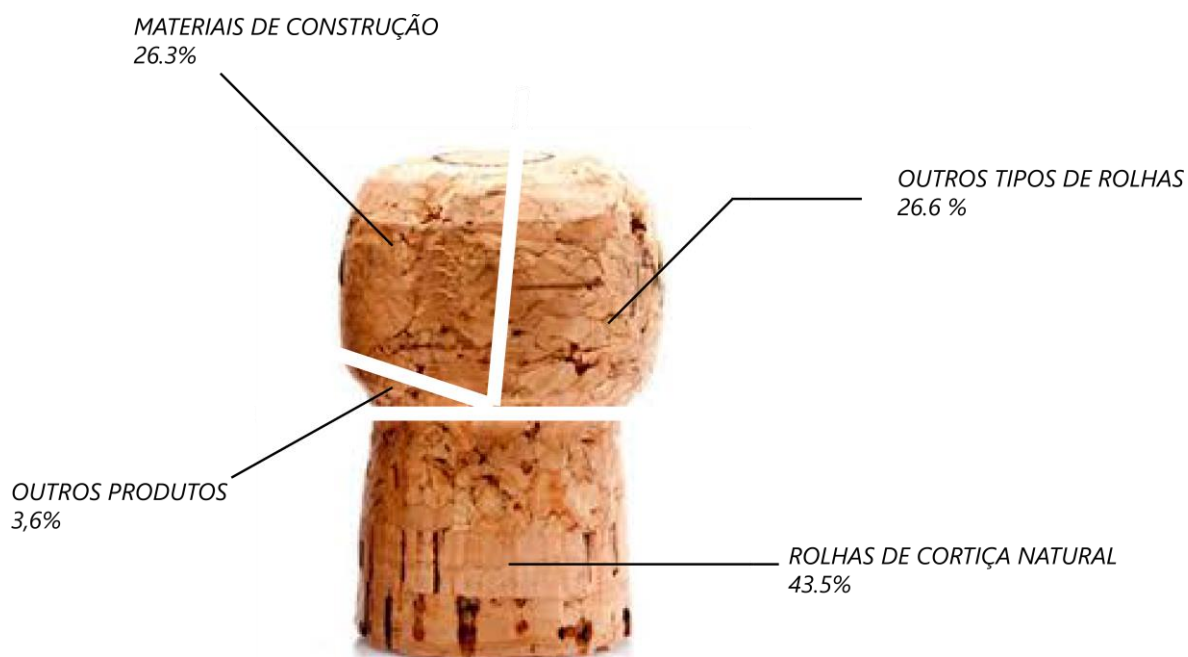


Ilustração 3: Distribuição do setor corticeiro por tipo de produção em Portugal, 2015

Além da forte presença no panorama industrial português, como gerador de emprego e de riqueza, em termos económicos o sector corticeiro representa:

- ✓ 1.6% do VAB Florestal
- ✓ 0.2 % do VAB Nacional
- ✓ 1.7% do VAB industrial
- ✓ 2% das exportações de bens- portugueses
- ✓ 1.2 % das exportações totais

Em termos sociais o mercado corticeiro contribui com os seguintes factos:

- ✓ Extração da cortiça é o trabalho agrícola mais bem pago no mundo;
- ✓ Exploração da floresta sustentável, tanto em termos ambientais como económicos devido ao custo elevado da cortiça;
- ✓ Prevenção contra a desertificação de áreas rurais;

A distribuição geográfica do setor corticeiro em Portugal divide-se entre os plantados de sobre onde a extração é feita, na zona do Alentejo e as indústrias de transformação da cortiça que tem uma forte concentração entre o Douro e o Vouga. Este facto acontece porque as condições

ambientais para o plantio desta espécie é mais favorável na zona sul do país. O Gráfico 6 representa em termos percentuais a distribuição geográfica do setor corticeiro em Portugal. (APCOR, 2016)

Distribuição da indústria corticeira em Portugal

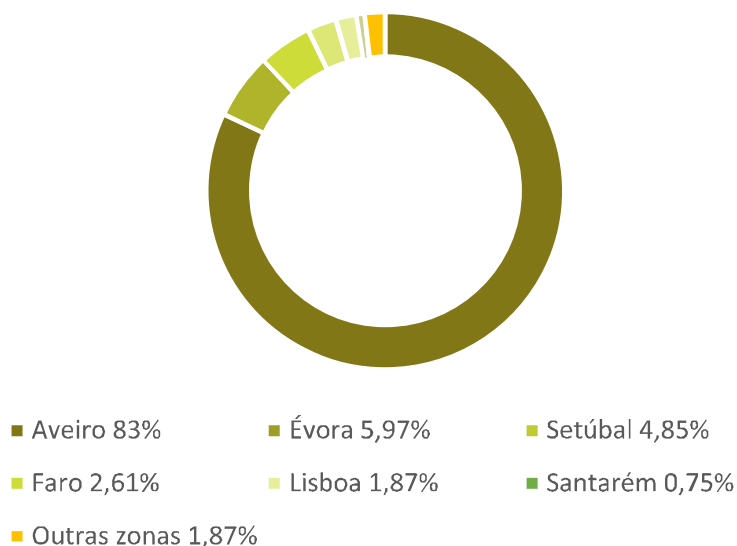


Gráfico 6: Distribuição geográfica da indústria corticeira em Portugal (empresas associadas à APCOR)

Como se pode verificar, a maior concentração da indústria em causa é no norte, mais precisamente região de Aveiro onde se encontram as principais empresas de transformação de cortiça como o caso do grupo Amorim, conhecido mundialmente e líder da produção e exportação de rolhas e materiais de construção, mas com forte presença em projetos de inovação de materiais. Em Santarém, encontra-se o grupo Sofalca, principal concorrente do grupo Amorim que se dedica à produção de aglomerado expandido negro, produtos de construção e de decoração.

3. Evolução do uso da cortiça em desenvolvimento de produto

3.1. História

O uso da cortiça teve início séculos antes de Cristo, em diversas aplicações comuns aos dias de hoje. Em Efeso foi encontrada uma ânfora de vinho com rolha de cortiça a selar datada do século I a.C. e também em Pompeia foram encontrados objetos idênticos e durante o Império Romano era comum o uso da cortiça nas boias das redes de pesca e solas de calçado.

No século I, o conhecido naturalista Plínio fez uma edição sobre o sobreiro na sua História Natural, este era adorado como símbolo de honra e da liberdade.

Em Itália, foram encontrados vestígios datados de século IV a.C de vários artefactos como: telhados de casas, boias, tampas para tuneis e sapatos femininos.

No século XVIII o monge benedito francês Dom Pierre Pérignon tesoureiro da Abadia de Hautvillers iniciou-se no uso da cortiça usando-a para vedar o famoso champanhe Dom Pérignon. No mesmo século, surgiram as primeiras leis Portuguesas que protegem os montados em 1209. Na mesma altura, em Inglaterra, o físico Robert Hooke conseguiu a primeira imagem microscópica da cortiça.

Durante a época dos descobrimentos portugueses a madeira do sobreiro foi usada na construção das naus e caravelas por oferecer mais resistência e não ganhar humidade nem bactérias.

Mais tarde, durante século XIX, a Tunísia, Itália, e França começaram a exploração dos montados, tal como Rússia e EUA começaram o plantio de sobreiros.

O século XIX ficou marcado pela produção de rolhas e a primeira máquina de fabrico de rolhas de cortiça foi patenteada em Inglaterra e começaram-se novas aplicações industriais: aglomerado simples ou branco. Em 1903 surgem as primeiras rolhas de cortiça de disco natural e corpo aglomerado e anos mais tarde patentes para o uso da cortiça na indústria automóvel em correias de distribuição e pneus.

Durante a 2ª guerra mundial, a cortiça passa a ser utilizada em múltiplos equipamentos militares, e mais tarde nos anos 50, uma empresa americana produz os primeiros ladrilhos de cortiça aglomerada com revestimento coberto com película vinílica.

Durante o século XXI, a indústria corticeira tem sofrido bastantes avanços com novas tecnologias e novas aplicações como isolamentos, revestimentos e peças técnicas.

Nos dias de hoje a cortiça é uma matéria-prima conhecida em todo Mundo e existe uma constante evolução com o surgimento de novos produtos em cortiça, como equipamentos de

desporto, moda, decoração entre outros. O desenvolvimento de novos compósitos com cortiça também têm evoluído aliando a cortiça a plásticos, fibras e cerâmicas com o objetivo de encontrar novas aplicações e propriedades para responder às exigências dos mercados.

3.2. Aplicação da cortiça em produtos técnicos

A aplicação da cortiça em produtos técnicos iniciou-se há muitos anos, com o uso da cortiça nas construções de casas, naus e materiais de pesca e guerra. Mais tarde, estreou-se na indústria automóvel, por exemplo nas juntas de motores de carro. Entende-se que produtos técnicos são aqueles em que desempenham um papel meramente funcional, o caso dos isolamentos em que novas soluções para a construção civil em cortiça chegam ao mercado todos os dias, mas apesar de tornarem as casas mais acolhedoras não são visíveis.

Devido a ser um material natural e às suas diversas propriedades de resistência mecânica a esforços de compressão, químicos e fungos a cortiça é uma matéria-prima que é difícil ser substituída por materiais equivalentes mas mais económicos, como o caso das rolhas, que continuam a ser preferencialmente em cortiça.



Figura 4: Exemplo de isolamento

Isolamento acústico e térmico
Estão constantemente a surgir novos isolamentos, para aumentar a eficiência energética das casas.



Figura 5: Compósito Rubbercork

Rubbercork
Aglomerado de cortiça com pneus reciclados, este compósito é usado em peças técnicas para absorção de vibrações e pavimentos de áreas industriais.



Figura 6: Compósito corecork

Este compósito desenvolvido pela Amorim é conjugação de cortiça com fibra de carbono e é indicado para aplicações de absorção impacto.



Figura 7: Angel cork de Nuno Zamaro

Agel cork desenvolvida por Nuno Zamaro é um exemplo um compósito entre cortiça e folha de madeira onde a cortiça desempenha o papel de absorção dos choques.

3.3. Aplicação da cortiça em produtos de design

Nos últimos anos, o aparecimento da cortiça em produtos de moda e decoração é cada vez mais comum, principalmente com a divulgação do conceito de Eco-design e produtos amigos do ambiente.

A textura e variedades de padrões do material permite a aplicação em diversos contextos e parecer sempre bem, quer sapatos como acessórios de moda. O facto de se produzirem cortiças com diferentes espessuras, permite a obtenção de peças maquinada para mobiliário de decoração como peças costuradas para vestuário.

O avanço e aumento do know how da produção da cortiça permite uma vasta gama de densidades e flexibilidade não conseguido apenas com cortiça natural, com o uso de aglutinantes que aumentam a flexibilidade e maneabilidade do material. Esta versatilidade de aplicações da cortiça fez chegar este material a todos os cantos do Mundo, sendo que tornou-se habitual encontrar produtos em cortiça nos mais diversos estabelecimentos com mercados diferentes.



Figura 8: Mobiliário Blackcork



Figura 9: Instalação Gencork



Figura 10: Acessórios de moda Pelcor



Figura 11: Berço em cortiça da TASA



Figura 12: Filamento cortiça Colorfab



Figura 13: Brinquedo Corkway

3.4. Conclusões e possíveis tendências da globalização do material

A cortiça é um material tipicamente tradicional, mas foi o know - how adquirido ao longo de anos de produção que permitiu a evolução e as novas maneiras de trabalhar cortiça. O avanço tecnológico quer a nível de aglomerados, compósitos e processo de fabrico permite a obtenção de peças com formas arrojadas em aplicações pouco usuais como vestuário, mobiliário e desporto. A evolução ajuda ao crescimento deste sector e permite que o mercado esteja em constante renovação, com novas ofertas e mais procura o que viabiliza o setor.

Outro lado, desta constante evolução é o facto de mercados paralelos, como a China, aos poucos entrarem no negócio da cortiça, com produtos de moda, decoração e bijuteria, tornando mais acessível a mercados com menos poder económico, mas o risco de tornar um material nobre numa vulgarização do que em tempos foi uma matéria-prima de excelência. O facto de não haver um desenvolvimento de produto pensado por trás destes produtos de consumo, sendo muitos deles cópias de outras marcas, cria o risco da saturação do mercado e consequente desacreditação da potencialidade do material para inovação.

4. Caso prático: desde o design à exploração mecânica do material

4.1. Caracterização do material

A cortiça é um material natural, com diversas características que lhe são próprias. A sua capacidade de compressibilidade e o retorno da forma inicial mesmo condicionada vários anos (como se pode verificar nas rolhas) é um aspeto que pode ser explorado no sentido de melhorar e viabilizar o uso da cortiça em situações relacionadas com impactos, como o caso deste projeto. A maneira como a cortiça é processada e o uso ou não de elastómeros confere à cortiça (produto final) uma variedade de densidades e propriedades, podendo se adaptar aos diferentes usos a que se destina.

Além disso, apresenta outras características:

- Leve;
- Impermeável a líquidos e gases;
- Elástico e compressível;
- Isolante acústico;
- Isolante térmico e químico;
- Incombustível;
- Resistente ao atrito;
- Absorção ao choque;
- Hipoalergénico;
- Antifúngico e antibacteriano;
- Biodegradável;
- Reciclável; (Fortes, Rosa, & Pereira, 2006)

A cortiça é detentora das características acima quando se refere à matéria-prima sem qualquer tipo de tratamento, por exemplo, os aglomerados de cortiça com aglomerante deixam de ser biodegradáveis e recicláveis a 100%. A combinação da cortiça com outros materiais potencializa algumas características, como a flexibilidade quando se acrescenta o aglomerante, mas perde-se a reciclabilidade do material. Esta gestão deve ser feita de acordo com os objetivos finais da aplicação do material e com as políticas das empresas.

4.2. Ensaios mecânicos

De forma, a perceber a capacidade de resistência ao impacto e compressão foram elaborados em contexto académico alguns ensaios recorrendo a ferramentas existentes na instituição de ensino. Em teste foram comparadas duas referências de aglomerado de cortiça composto: **8822 e 8003**, sendo a segunda a de maior densidade, cedidas pela empresa Amorim.

Tabela 1- Tabela de resumo de propriedades das amostras 8822 e 8003

Referência	Specific weight [kg/m ³]	Tensile strength [kPa]	Compression [%]	Recovery [%]
8822 Special polyurethane	120-170	≥300	30-45	≥70
8003 Polyurethane Cork granule size: 0.5/1mm	170-240	≥400	30-50	≥75

Ambas as cortiças são transformadas através da aglomeração dos grãos selecionados por densidade com o uso de poliuretano como ligante durante o processo de prensagem.

4.1.1. Ensaio de impacto

O ensaio de impacto foi realizado recorrendo ao uso de uma torre de queda (drop tower) com célula de carga tradutora de deslocamento com registo de dados no computador.

Procedimento:

- 1º: corte de provetes de 60x60x60 e respetiva identificação
- 2º: Preparação do espaço de ensaio e definição de altura de queda e massa.
- 3º: Colocação do provete e execução de ensaio

Realizaram-se ensaios a uma altura de 85 e 43 cm de altura, respetivamente, com uma massa constante de 22,2 kg, gerando duas energias de impacto diferentes: 184,9 e 93,3 Joules



Figura 14: Elemento de teste e impactador



Figura 15: Exemplo de provete para testar

Cálculo da energia impacto

$$EI = m \cdot g \cdot h$$

m= Massa (kg)

g = aceleração da gravidade (9,8m/s²)

h= altura de queda (m)

Cálculo do pico de aceleração

$$a_{\max} = F_{\max} / m$$

a_{max} = pico de aceleração (m/s²)

F_{max} = Força máxima (kN)

m= massa (kg)

Tabela 2- Resumo de valores dos ensaios de impacto

Referência	Energia [J]	Força [kN]	Deslocamento Máx.[mm]	Pico de aceleração [m/s ²]	Provete
8003	93,3	(-) 5,23	63.1	236	A.1
8003	93,3	(-) 5,01	60.2	226	B.1
8003	184,9	(-) 9,30	48.2	419	A.2
8003	184,9	(-) 7,97	56.5	359	B.2
8003	184,9	(-) 7,65	60.9	345	C.2
8822	93,3	(-) 4,34	62.4	196	A.3
8822	93,3	(-) 4,37	63.1	197	B.3
8822	184,9	(-) 8,01	58.2	361	A.4
8822	184,9	(-) 6,82	54.0	307	B.4
8822	184,9	(-) 8,08	59.4	364	C.4

Após análise de dados, foram comparados os valores resultantes através de gráficos comparativos e das várias amostras, selecionou-se a curva mais representativa.

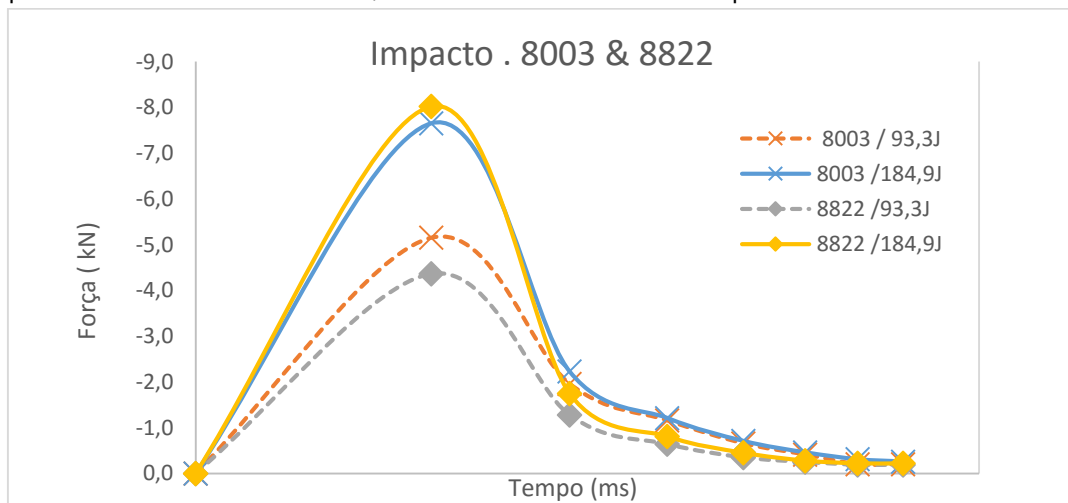


Gráfico 7- Força em função do tempo: referência 8003 & 8822

A referência 8822, amostra menos densa, apresenta forças superiores à referência 8003, com carga máxima aplicada nos (-) **9,30 KN** numa energia de impacto de 184,9J. As curvas de cada referência são idênticas, existe um impacto inicial e depois o relaxamento do material. Para aplicações de impacto a referência 8003 seria a mais indicada.



Figura 16- Instalação em cortiça Onion Pinch, 2011. (exemplo de exploração de resistência mecânica da cortiça)

4.2.2. Ensaio de compressão

Os ensaios de compressão foram executados também no laboratório de ensaios de mecânica da universidade, num ambiente controlado recorrendo ao equipamento apropriado, para sujeitar uma amostra de cada referência a uma força de compressão até ao seu ponto de densificação. Tal como nos ensaios de impacto, este equipamento regista os valores para mais tarde serem filtrados e analisados.

Procedimento:

- 1º Corte de provetes com 60x60x60cm e identificação;
- 2º Preparar o equipamento;
- 3º Colocar provete e iniciar teste;

Tabela 3- Resumo de valores de testes de compressão

Referência	Densidade [kg/m ³]	Força [N]	Deslocamento [mm]	Amostra
8003	170-240	12.087	40.06	A
8822	120-170	10.981	39.56	B

Cálculo de Tensão de compressão

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ = Tensão de deformação (Pa)

F = Força compressão (N)

A = Área secção transversal (m²)

Cálculo Deformação

$$\varepsilon = \frac{(\ell_f - \ell_i)}{\ell_i}$$

ε = Deformação (%)

ℓ_f = Altura final provete (m)

ℓ_i = Altura inicial provete (m)

Cálculo Modulo de Young

$$E = \frac{T}{e}$$

E = Módulo de Young (Pa)

T = Tensão de deformação (Pa)

e = Deformação

Tabela 4- Resumo de cálculos pós-teste: Tensão, Deformação e Módulo de Young

Referência	Tensão [Pa]	Deformação [%]	Módulo de Young [GPa]
8003	3357639	12.8	0.026
8822	3055556	16.2	0.018

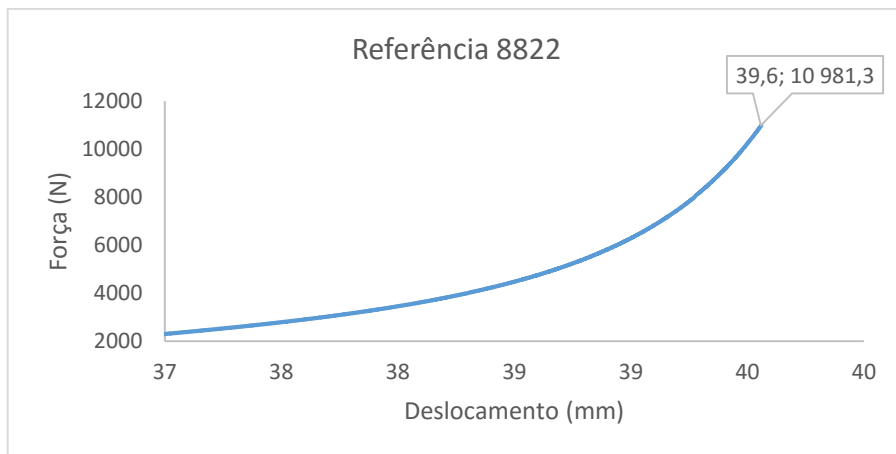


Gráfico 8- Gráfico comparativo de força vs deslocamento da referência 8822

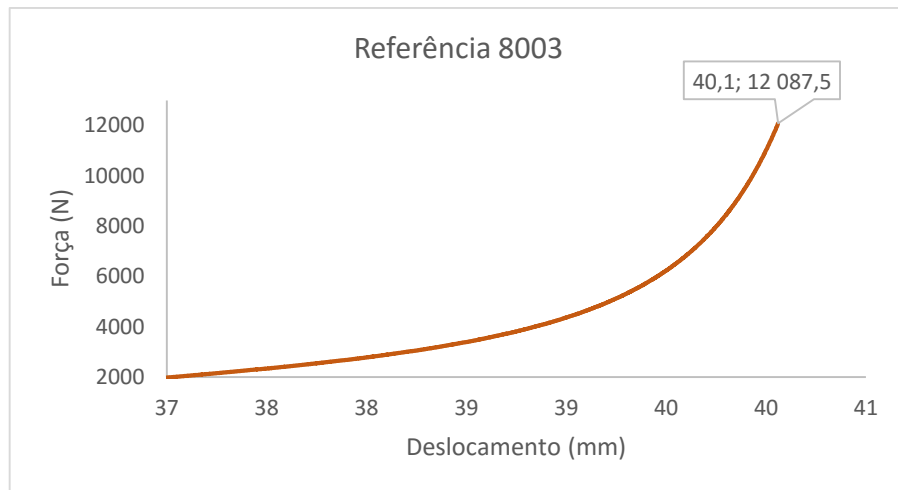


Gráfico 9- Gráfico comparativo da força vs deslocamento referência 8003

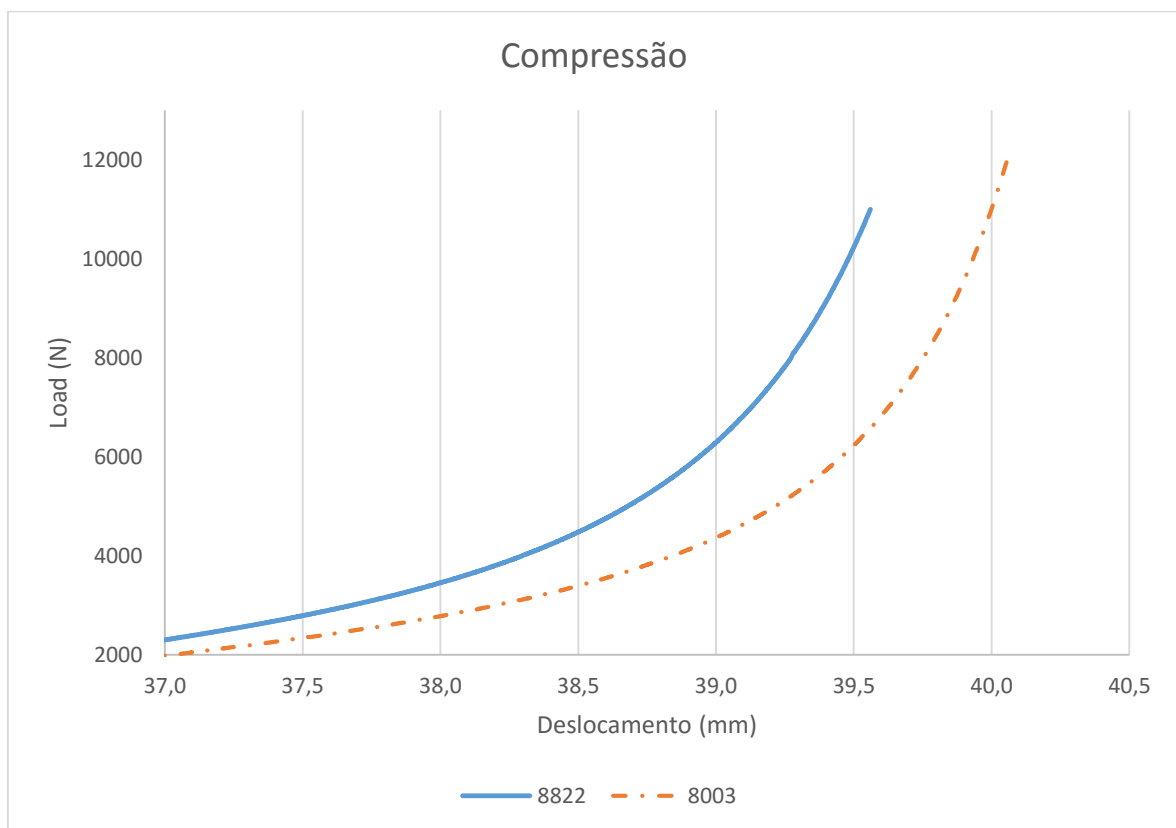


Gráfico 10- Gráfico de comparação de força vs tempo entre as duas amostras: 8003 e 8822

Nos ensaios de compressão, foram elaborados dois ensaios, um para cada amostra das referências em comparação. Como se pode observar no Gráfico 10 estão demonstradas as curvas de compressão estática de cada amostra em função da carga aplicada e do deslocamento. A referência 8003 tem um grão mais pequeno, por isso densifica mais tarde e com forças mais elevadas.

4.2. Conclusões

A execução dos ensaios laboratoriais permitiu um contacto direto com o material e perceber as diferenças entre uma amostra de cortiça mais densa e uma menos densa e o seu comportamento quando sujeita a esforços de impacto e compressão. O impacto é um esforço dinâmico, com um pico de força no momento do impacto e depois ocorre a recuperação do material, como se pode verificar na curva da força em função do tempo, Gráfico 7, existe uma ascendência até à carga máxima aplicada pelo impacto nos primeiros milésimos de segundo e depois vai decrescendo até o material relaxar. No caso do ensaio de compressão é aplicada uma carga em função do tempo e a evolução da curva até ao ponto de densificação do material acontecer- Gráfico 10.

Ao observar as duas amostras pode-se concluir que para esforços de absorção de impacto e compressão a amostra 8003, com maior densidade, é a mais indicada, pois no impacto sofreu um menor esforço, logo apresenta uma maior resistência, e quando sujeita a um esforço de compressão apresenta uma densificação mais tardia e com valores de carga superiores.

5. Oportunidade da aplicação de cortiça em capacetes

A proposta baseia-se no desenvolvimento do design de produto de um capacete usando na camada de absorção de impacto a cortiça dando continuidade à tese de mestrado de outro aluno do departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

Ao embarcar este projeto, sendo ele a propósito do tema da dissertação, propôs-se um caso prático para acompanhar a dissertação. Este projeto, segue uma linha pensada para o desenvolvimento de produto eficaz com base nos elementos lecionados ao longo de licenciatura e mestrado na área de design de produto.

Visto que o projeto não tem imagem nem marca associada, ao longo do processo será identificado e selecionado um público-alvo, imagem do capacete ou capacetes e linha da marca de forma a promover a solução inovadora e ecológica da camada de absorção de impacto através do design.

5.1. Porquê a cortiça?

A cortiça tem uma capacidade de absorção de impacto superior às espumas habitualmente usadas para esta aplicação, combinado a isso a cortiça demonstra ter a capacidade de retomar há forma inicial após impacto. De forma a suportar esta informação foram realizados no CesEduPack gráficos comparativos de valores de impacto entre as espumas e a cortiça.

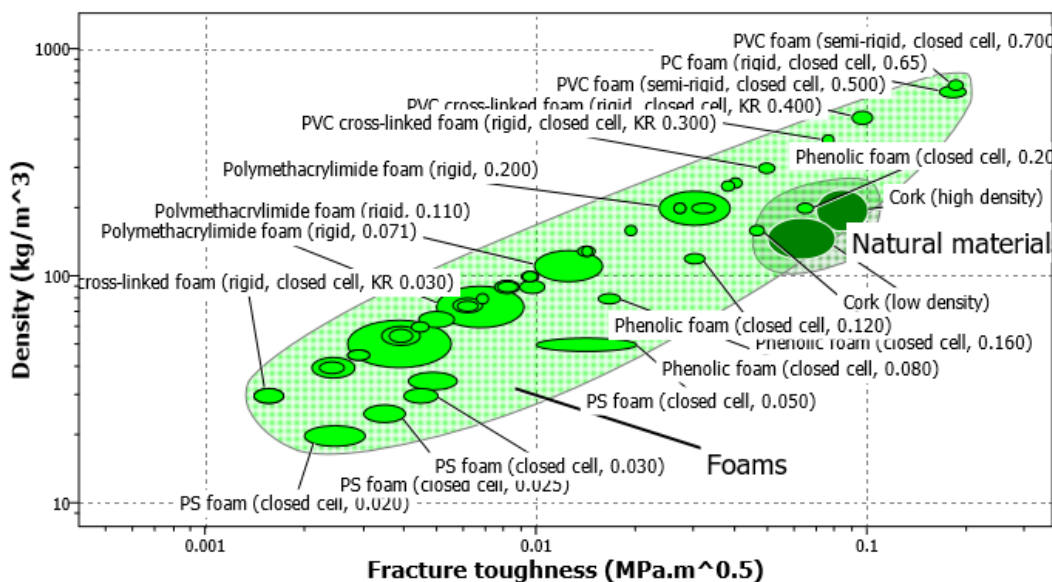


Gráfico 11: Gráfico comparativo entre densidade e resistência à fratura. (CesEduPack 2015)

As espumas mais usadas nos capacetes atualmente no mercado são PS (poliestireno) expandido e alguns casos em PU (poliuretano) expandido, como se pode observar no Gráfico 11 espumas de poliestireno apesar de terem uma densidade mais baixa, não apresentam tanta resistência à fratura como a cortiça de baixa e alta densidade, com valores quase 10 vezes superior. É de apontar que as características dos aglomerados de cortiça sem adição de ligantes da base de

dados enquadram-se na realidade das referências testadas em laboratório no **capítulo 1** deste documento.

A pegada ecológica é outra questão importante na escolha da cortiça, como se pode verificar no Gráfico 12, a cortiça deixa uma pegada ecológica inferior às espumas em questão.

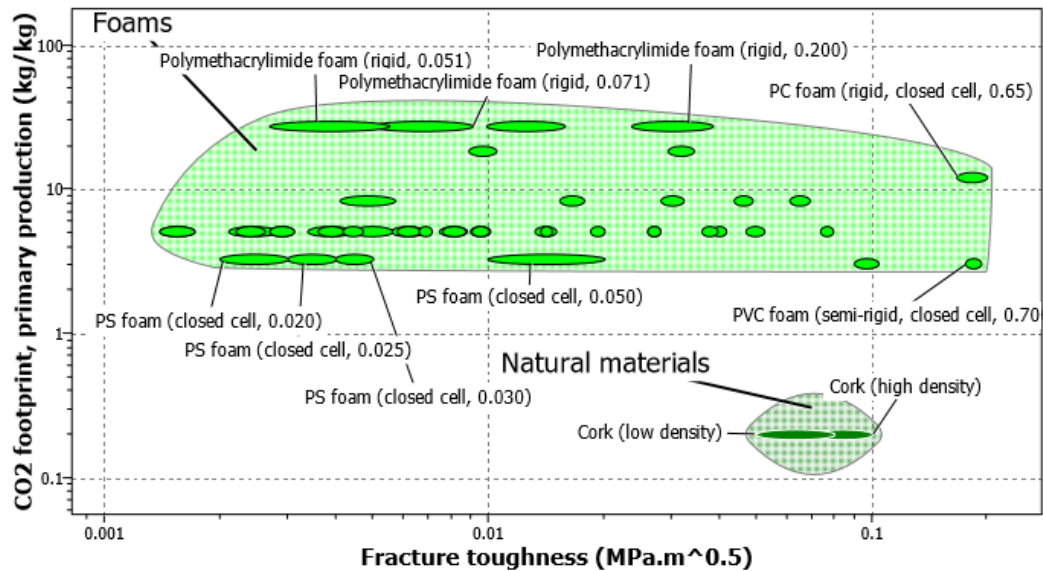


Gráfico 12: Gráfico comparativo entre pegada ecológica e resistência à fratura (CesEduPack, 2015)

A pegada ecológica neste caso refere-se à quantidade de dióxido de carbono é libertado na transformação do material, a cortiça apresenta uma produção de poluição bastante inferior à produção de espumas e é um material reciclável e biodegradável contrariamente às espumas. Apesar que, o aglomerado composto testado em laboratório apresenta uma percentagem baixa de PU na sua composição, compromete em parte a reciclabilidade a 100% do material.

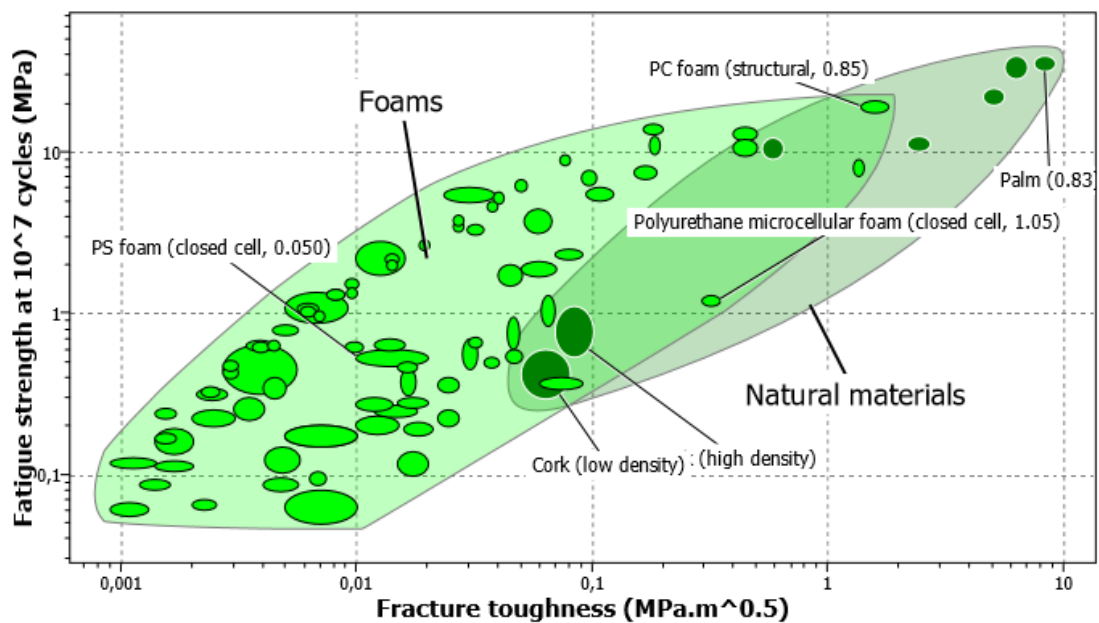


Gráfico 13: Gráfico comparativo entre fadiga e resistência à fratura. (CesEduPack 2015)

O Gráfico 13 compara a fadiga com a resistência à fratura e como se pode observar a cortiça apresenta valores de fadiga inferiores à espuma de polistireno (PS), isto é, na teoria a cortiça sobre muito menos desgaste das capacidades mecânicas quando sujeita à mesma situação que a espuma, o que suporta a teoria de que o revestimento em cortiça terá mais durabilidade que um em espuma.

Ao longo deste subcapítulo foram apresentadas razões pelas quais uma solução de cortiça é importante de explorar e desenvolver. As vantagens da cortiça enquanto produto green e as suas capacidades mecânicas são uma excelente combinação para o surgimento de produtos da mesma linha que o capacete – proteção corporal- com uma nova linguagem e abordagem do problema.

5.2. Uso de capacete e suas vantagens

O capacete é uma proteção corporal nomeadamente para a zona da cabeça, por isso deve ser usado em situações de risco de queda. Sabe-se que por vezes apesar de não ser uma questão de velocidade a própria posição de queda pode provocar lesões no crânio, que ao usar o capacete podem ser prevenidas. O uso de capacete é obrigatório no uso de motociclos, mas é aconselhado para desportos como: ciclismo, ski, snowboard, skate entre outros desportos considerados "radicais". As campanhas de prevenção para o uso de proteção têm ajudado a consciencializar os desportistas a apostarem no uso deste produto e apesar de não serem obrigatórios as normas relativas à produção de capacetes tem vindo a ser cada vez mais específicas em termos de exigência nos testes. O uso de capacete é importante, mas é igualmente importante estes serem homologados como segurança em como o produto vai responder bem às situações para as quais é indicado.

Tabela 5: Condutores vítimas segundo a utilização de acessórios de segurança

	Vítimas mortais		Feridos graves		Feridos leves		Total de vítimas	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Com capacete/cinto segurança	249	242	985	1085	20250	20645	21484	21972
Sem capacete/cinto segurança	36	29	51	48	165	164	252	241
Isentos	34	38	115	145	1645	1636	1794	1819
N.D.	6	9	20	19	304	238	330	266
TOTAL	325	318	1171	1297	22364	22683	23860	24298

Como se pode verificar na tabela, o número de acidentes em que as vítimas não usaram capacete ou cinto de segurança diminuiu de 2013 para 2014 o que indica que houve um aumento do uso de proteção, apesar de os valores ainda serem elevados e precisam de ser melhorados. Estes valores referem-se a motociclos, ciclomotores, velocípedes. (Autoridade Nacional de Segurança Ródoviária, 2015)



Ski helmet usage, by season

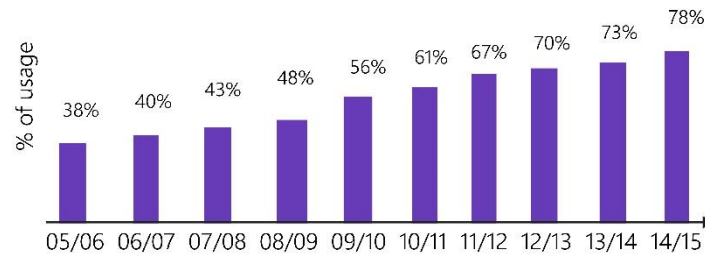


Gráfico 14: Aumento do uso de capacete em Ski, por época (Nacional Ski Areas Association (NSAA), 2015)

O aumento do uso de capacete prático de Ski, na América, desde 2005 é notório, as lesões provocadas em acidentes pela falta de capacete e a consciencialização da importância do uso do capacete na prática de desportos de neve por parte da NSAA – Nacional Ski Areas Association (EUA).

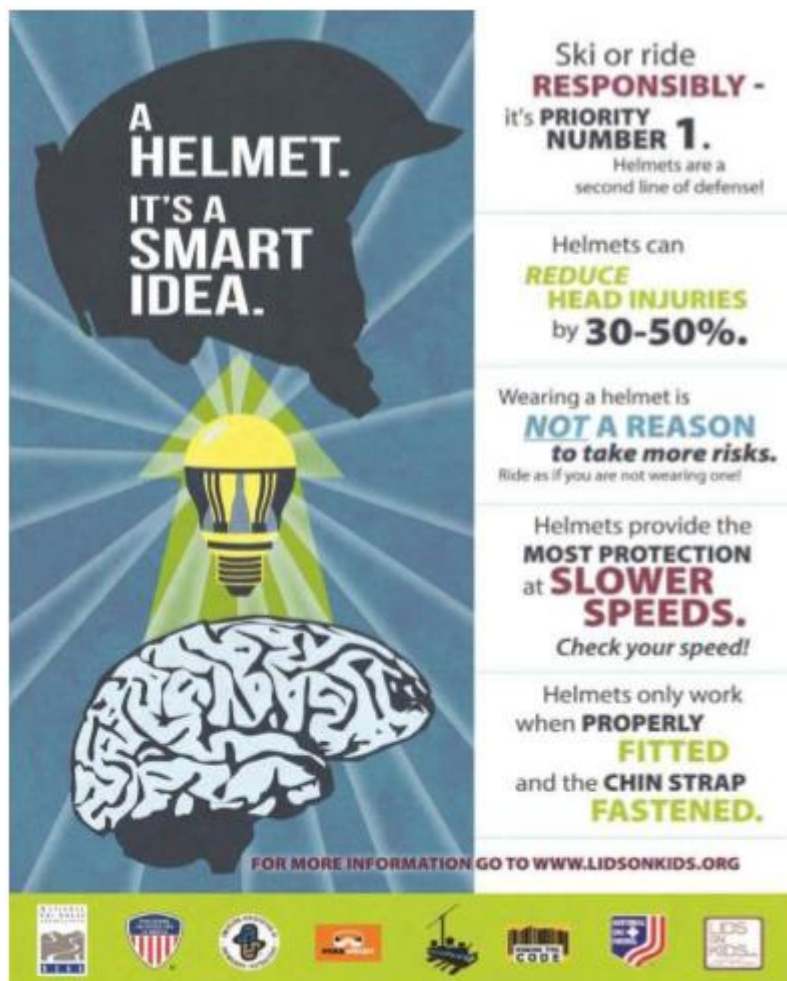


Figura 17: Cartaz de consciencialização para uso de capacete (Nacional Ski Areas Association (NSAA), 2015)

Existem dados que comprovam que o uso de capacete previne lesões na prática de desportos de neve, por exemplo, no relatório de acidentes de skiing, snowboarding e tobogganing de 1991-2012 lançado pelo Ministério de segurança da comunidade e serviços de correção de Ontário no Canadá.

Use of helmet during winter sports related fatalities, 1991-2012

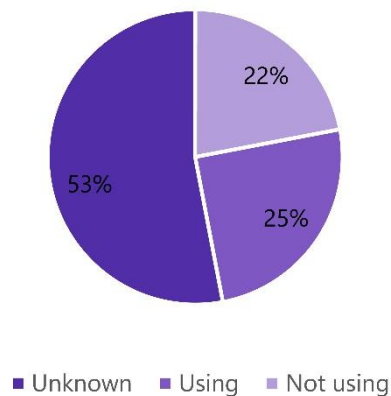


Gráfico 15: % de uso de capacete em acidentes relativos a desportos de Inverno

Helmet use in head injury deaths related to fatal winter sports incidents, 1991-2012

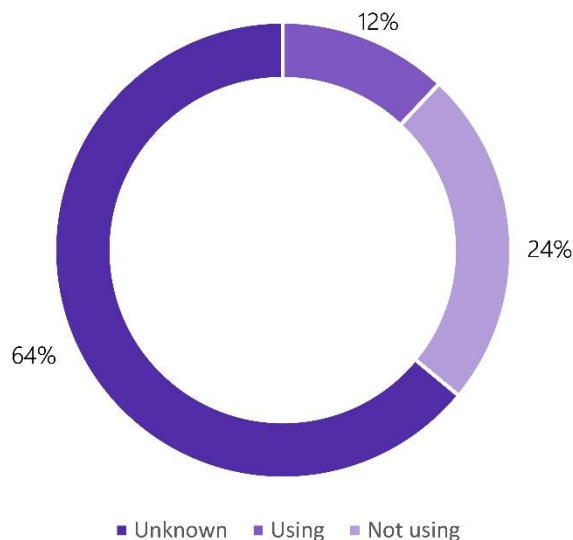


Gráfico 16: % de uso de capacete em acidentes fatais resultantes de lesões na cabeça

Entre 1991 e 2012, o número de acidentes fatais sem uso de capacete é o dobro do número de incidentes registados com capacete.

Relativamente aos acidentes fatais provocados por lesões a cabeça, a percentagem da ausência de capacete durante incidente é igualmente superior à percentagem de uso.

A ênfase da importância do uso do capacete na prática de desportos de neve é justificada pelo facto de que a maior parte dos incidentes fatais serem causados por lesões na cabeça, como demonstrado Gráfico 16. (Winter Sports Death Review - Ontario, 2015)

Cause of death in winter sports related deaths, 1991-2012

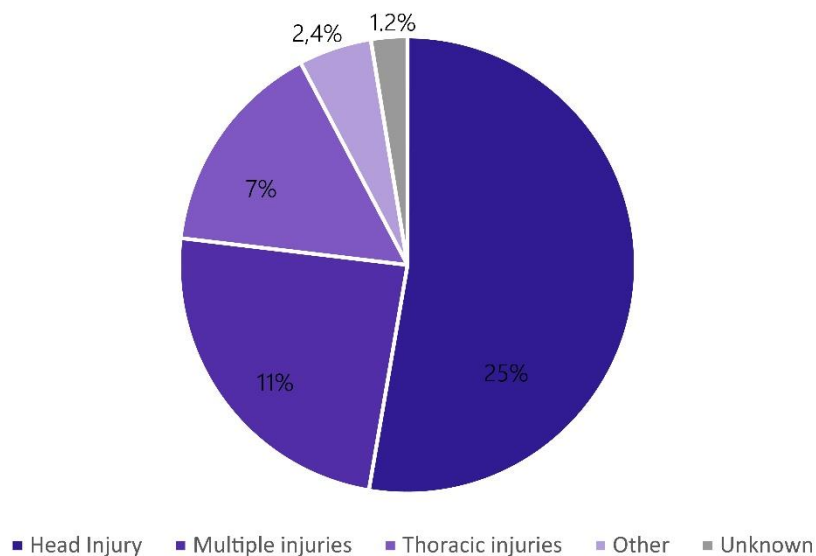


Gráfico 17: Causas de morte em acidentes relativos a desportos de Inverno

Na opinião de um especialista, cerca de 9 em cada 10 casos analisados, não resultariam num desfecho fatal caso o praticante estivesse a usar capacete de proteção. Seguido de uma probabilidade de 6 em cada 10 casos onde o uso do capacete provavelmente mudava o desfecho dos acontecimentos. Apenas, cerca de 4 em cada 10 casos o uso de capacete não seria suficiente para prevenir os acidentes fatais. (Winter Sports Death Review - Ontario, 2015)

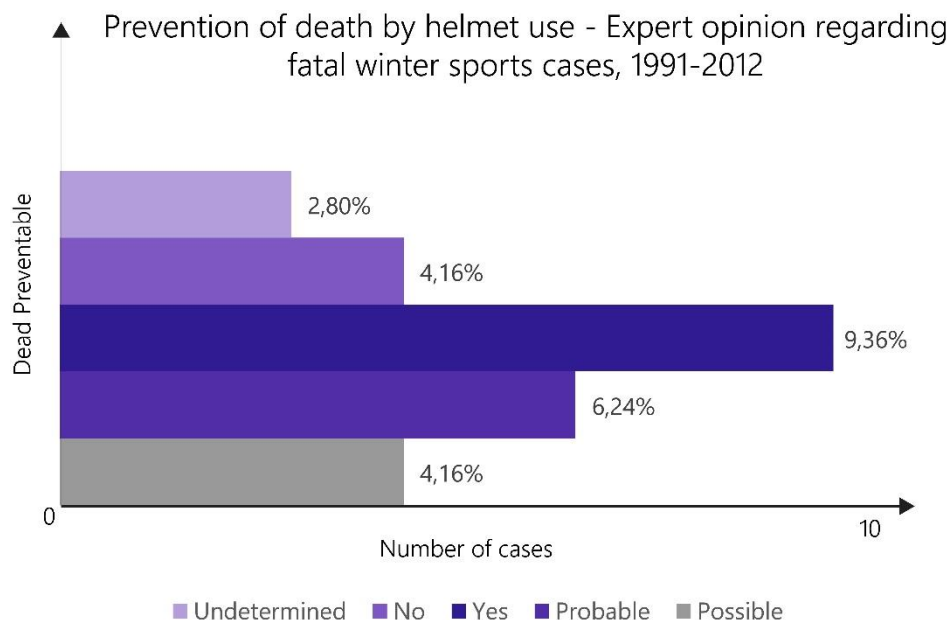


Gráfico 18: Prevenção de morte em incidentes registado pelo uso de capacete

5.3. Cortiça e capacetes

O uso de cortiça em capacetes não é recente. Desde a 2ª Guerra Mundial, a cortiça é utilizada em equipamentos militares de proteção e devido à sua resistência ao fogo era usada no interior dos capacetes de proteção de bombeiros.



Figura 18: Capacete militar século XX

Existem diversos capacetes no mercado com revestimento em cortiça, mas apenas para fins decorativos, à exceção dos capacetes da Lacoste, Stark e Clyde que utilizam cortiça como camada de absorção de impacto.



Figura 19: Capacete Lacoste



Figura 20: Capacete bicicleta Stark



Figura 21: Capacete skate coyle

Os três exemplos apresentados apesar de usarem cortiça como camada de absorção de impacto, não estão patenteados ou conforme as normas exigidas no mercado, mas sustentam a teoria do uso da cortiça nesta aplicação e dão início a uma nova solução a ser explorada pelo mercado.

5.4. Cortiça e Desporto

A utilização de cortiça em acessórios é um facto comum nos dias de hoje, começou em pequenos apontamentos, como no cabo de bastões de ski e em punhos de bicicleta. O uso da cortiça em vestuário e acessórios de moda impulsionou as marcas de equipamento desportivo a apostar nesta solução, caso da Nike, Puma e Vans que já tem modelos de sapatilhas com exterior em pele de cortiça.



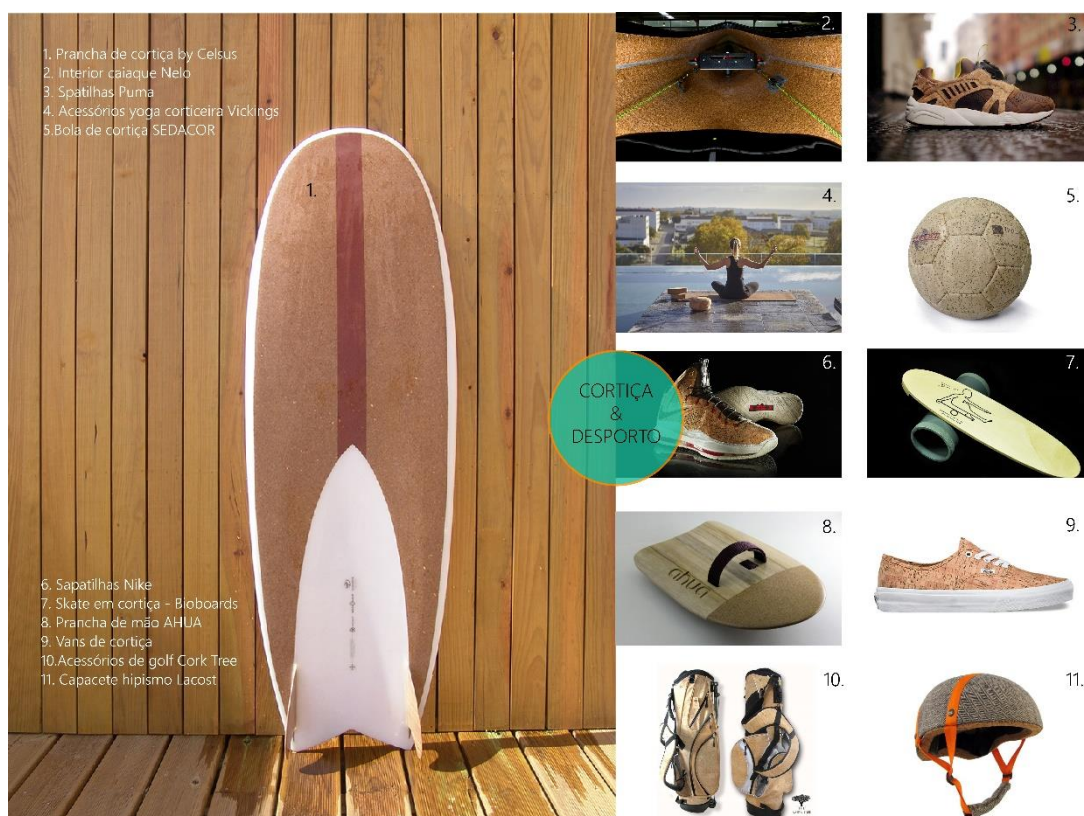
Figura 22: Punho de bastão de ski em cortiça - Yuetor



Figura 23: Punho de bicicleta em cortiça - Hermans

O quadro seguinte ilustra exemplos da aplicação desta matéria-prima em acessórios de desporto, o exemplo da prancha de skate em cortiça da bio boards é um exemplo de produto green, composto em 100% cortiça em que o único produto tóxico usado é a cola.

Quadro 1: Exemplos de aplicação de cortiça em equipamento de desporto



A valência da cortiça em ser adaptável a diversas situações resulta no aparecimento desta em situações de isolamento, no caso dos caiaques Nelo, absorção do choque no caso do capacete da Lacost e em termos estéticos como o caso dos sacos de golf, onde é usada pele de cortiça.

6. Análise de mercado

Antes de definir qual o público-alvo é importante perceber o mercado de capacetes, desde capacetes de proteção no trabalho a capacetes de desporto existe uma enorme variedade com design, material e propósitos de utilização diferentes. O quadro seguinte ilustra as diferentes tipologias de capacetes, organizadas segundo 2 eixos, em que a vertical representa status versus funcionalidade e o eixo horizontal segurança versus lazer. A análise recorrendo a este gráfico visual, permite posicionar e identificar mais facilmente o propósito de cada capacete e o mercado de cada um.

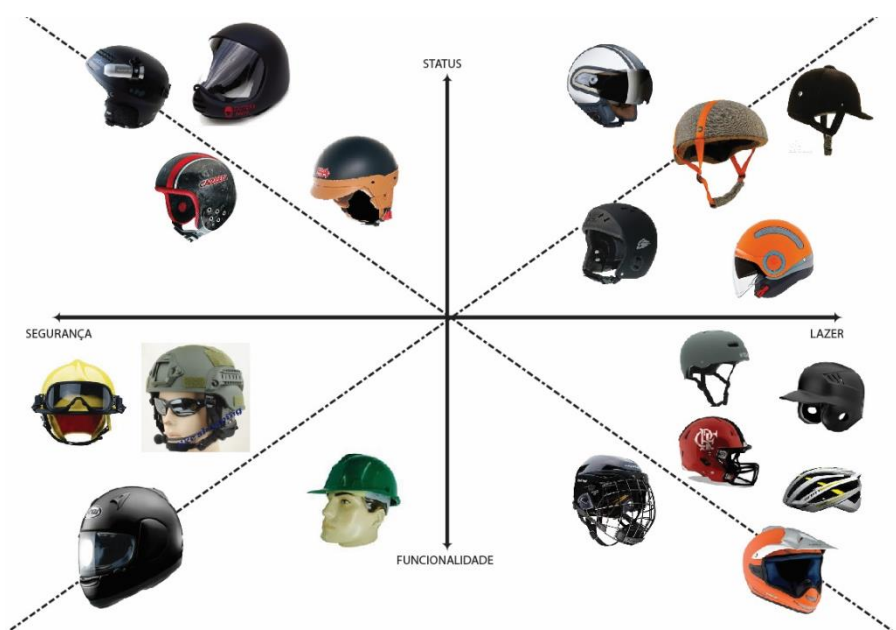


Ilustração 4: Tipologias de capacete no mercado posicionadas segundo: segurança, lazer, status e funcionalidade

Ao analisar a Ilustração 4, pode-se observar que os capacetes entre status e segurança são de skydive, ski e motociclismo, capacetes onde o fator de segurança é importante mas devido ao facto de serem desportos dispendiosos estão associados a mercados que dão valor à imagem e marca que o capacete reflete. Na área entre status e lazer, existem vários capacetes para desportos como hipismo, ciclismo e kitsurf os padrões de segurança não são tão elevados e muitos são desenhados por marcas conceituadas, como o exemplo do capacete de hipismo em cortiça da Lacoste e o capacete de motociclismo da Hugo Boss, que são exemplos de que o mundo da moda está relacionado com produtos do dia-a-dia e a imagem que o capacete reflete sobre o seu utilizador é importante para este publico e por isso está disposto a despende mais pelo produto.

Abaixo da linha horizontal, os capacetes refletem claramente que são mais funcionais, entre os que estão relacionados com segurança, como os de proteção no trabalho e de motociclismo de alta competição e os mais à direita em que reúnem funcionalidade com lazer, para desportos como trial, baseball e prática de skate.

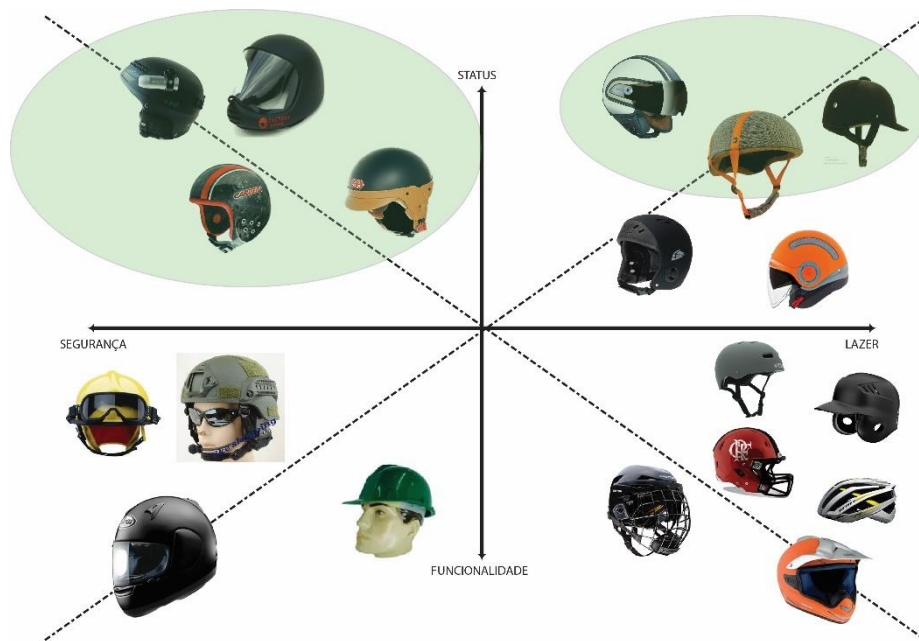


Ilustração 5:Tipologias de capacete no mercado posicionadas segundo: segurança, lazer, status e funcionalidade (2)

No gráfico visual anterior estão destacados alguns mercados que se pressupõe mais dispostos a comprar uma solução inovadora com um custo ligeiramente superior. São mercados relacionados com desportos radicais: como ski e skydive, motociclismo e o hipismo, um desporto considerado nobre. O fator comum entre eles é o custo elevado da sua prática estando acessível a mercados com possibilidades económicas acima da média.

Após esta análise ao mercado geral de capacetes segue-se a análise detalhada a três mercados específicos, destacados na zona verde na Ilustração 5: motociclismo, ski/snowboard e skydive.

6.1. Análise de mercado de capacetes motociclismo



Figura 24: Motociclismo de longo curso



Figura 25: Motociclismo de competição

O uso de capacete na utilização de veículos de 2 rodas motorizados é obrigatório por lei, segundo o Código da Estrada Portuguesa- [**Artigo 82.º — Utilização de dispositivos de segurança:**](#)

“3 - Os condutores e passageiros de ciclomotores, motociclos com ou sem carro lateral, triciclos e quadriciclos devem proteger a cabeça usando capacete de modelo oficialmente aprovado, devidamente ajustado e apertado.”

Existem diversas ofertas no mercado e tipologias de capacetes, desde capacetes para contexto citadino, até longo curso e alta competição, cada um com características diferentes.

Tipos de capacete de motociclismo

Aberto ou modelar: Modelos mais agradáveis para épocas de calor, pois não têm proteção de maxilar, permitindo uma maior passagem de ar, embora proporcionem menos proteção na zona maxilar, não é indicado para altas velocidades.

Fechado ou integral: São os mais escolhidos pelos motociclistas, pois oferecem mais proteção. Tratam-se de capacetes mais caros com materiais e funcionalidades que incorporam sistemas de ventilação, forros e viseiras removíveis, fechos de segurança entre outros detalhes.

Off-road: São ideais para desporto de competição, como motos de todo terreno (TT) e motocross. Oferecem proteção singular contra pedras, lama, insetos e poeiras e têm máxima eficácia quando combinados com óculos de proteção adequados.

Híbridos ou flip-up: Novo conceito de capacetes que permitem deslocar para cima a parte de proteção do queixo. São cada vez mais procurados por quem faz grandes viagens de moto, pois permite um período de descanso sem necessidade de retirar o capacete.

Capacetes curtos: Não protegem o queixo nem a parte lateral da cabeça, são normalmente utilizados por condutores de moto chopper e estão mais associados ao estilo/imagem do que à proteção/segurança do utilizador. São os capacetes mais acessíveis no mercado.

Mercado de capacete de moto

A estética e construção formal de cada capacete está diretamente relacionada com a sua funcionalidade e contexto de uso, de forma a organizar cada tipologia de capacete de moto foi

elaborado um gráfico visual recorrendo à linguagem visual de cada capacete para justificar o posicionamento no gráfico.

A Ilustração 6 é composta pelo eixo vertical: status e funcionalidade e eixo horizontal: segurança e lazer/desporto e a localização de cada tipologia neste gráfico facilita a perceção do contexto de cada uma das tipologias, por exemplo, capacete integral que oferece mais proteção está associado a funcionalidade e segurança, enquanto o capacete curto que oferece menos proteção e mais estilo está posicionado entre lazer e status.



Ilustração 6:Tipologias de capacete de motociclismo posicionadas segundo: segurança, lazer, status e funcionalidade

Pode-se verificar que todos os capacetes abaixo do eixo horizontal, são desenvolvidos para uma maior performance e por isso são mais caros, o contexto de uso destes está associado tanto a altas velocidades e diversidade climática, full face, como baixas velocidades, mas choques de pedras, poeiras e lama no caso de off-road. O modelo híbrido é uma combinação entre open face e full face, por isso encontra-se no limiar entre funcionalidade e status e a sua linguagem visual transmite segurança.

Morfologia Capacete de Moto

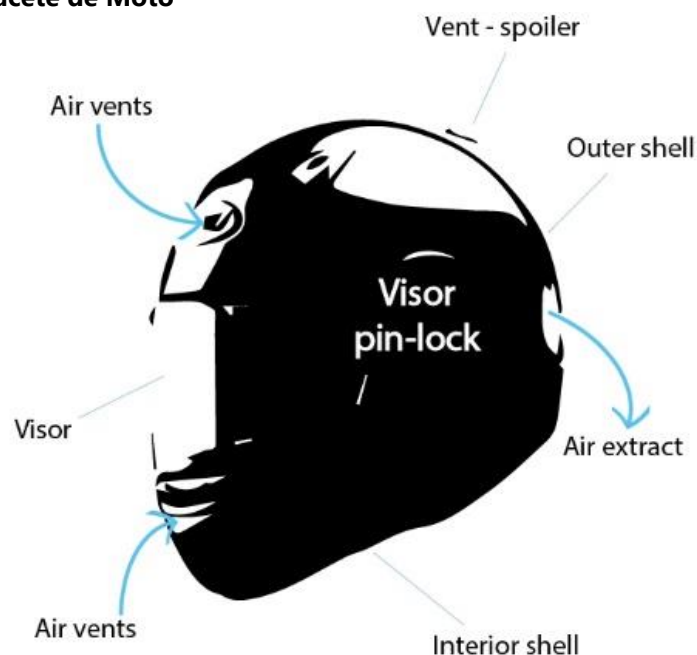


Ilustração 7: Morfologia capacete motociclismo

Apesar das diferenças de estética e nível de proteção, existem características transversais a todos os capacetes, como o casco exterior e a camada interior de absorção de choque.

Na seleção do capacete ideal existem diversos pontos a ter em consideração como:

homologação do capacete, visibilidade, conforto, ajuste, ventilação e aparência.

O sistema de ventilação é a passagem de ar no interior do capacete e é importante para o controlo de temperatura em capacetes integrais. O casco externo varia de material conforme o preço e o nível de proteção e o interior é na sua maior parte em espumas com forros em tecidos respirantes passíveis de serem retirados e laváveis na máquina.

O ajuste do capacete ao crânio do utilizador é essencial para garantir o seu conforto e segurança.

Normas

- ECE/22-05, DOT; (Europeia)
- NBR-7471:2001 (Brasileira)

Mercado e tendências

Com o aumento da exigência das normas de homologação de capacetes o mercado está em constante inovação na procura de soluções mais viáveis e leves. A combinação com as novas tecnologias permite a integração de sistemas de comunicação, navegação e suportes para câmaras go-pro. A procura de novos materiais compósitos como alternativa aos plásticos é cada vez comum, por isso existe uma grande oferta com preços entre 50 a 900€. Além da inovação técnica o aspeto formal dos capacetes acompanha as tendências atuais, desde cores, materiais e acabamentos ditados pelas tendências de moda (vestuário) sazonais.

O uso de nomenclaturas para os diferentes estilos no mercado, como representado na Ilustração 8, ajuda a definir públicos-alvo e quais as tendências mais apropriadas para a linguagem do capacete a desenvolver.



Ilustração 8: Tipologias de capacete de motociclismo segundo estilo visual

6.1.1. Benchmarking técnico e conclusões

O benchmarking técnico é aplicado para conseguir uma comparação com os capacetes de motociclismo que existem atualmente no mercado e todas as suas características enquanto produto. A divisão do produto em partes funcionais ajuda a conseguir uma comparação mais clara, por exemplo: hard Shell ou casco, inner liner ou camada interna e fabric ou tecidos, facilita o levantamento de informação de cada parte do produto, quer em termos de materiais, preços e inovações. Outro ponto é o sistema de ventilação e controlo térmico dentro do capacete é importante perceber como é feito e distinguir as soluções básicas das mais trabalhadas para solucionar o problema. Toda a informação recolhida no benchmarking técnico serve de base para a posterior pesquisa de soluções técnicas e formais para o produto a desenvolver: capacete.

Com base nos produtos analisados, destacam-se os seguintes modelos:

- **Nexxpro X-R2 Carbon (1)**¹: Patente PT 105 98 em isolamento térmico e de som;
- **Caberg Modus flip-up (13)**: Dupla homologação para capacete fechado e híbrido;
- **Caberg Ego (16)**: Sistema de ventilação de rede em metal à prova de água;
- **CMS Sport- GP4 (23)**: Sistema de ajuste ao crânio através de insuflação de ar;
- **Arai RX-7V (30)**: Sistema de ventilação com microcanais internos;

¹ O item corresponde ao item numerado no benchmarking em anexo 2.

- **Nolan N104 Evo (32):** Sistema de ventilação com microcanais em tubo plástico no interior do capacete;

Em termos de matérias, a camada de absorção de impacto divide-se entre espuma de polistireno e poliuretano, enquanto o casco varia entre: plástico, resina, fibras e compósitos de fibras.

Os plásticos mais comuns são policarbonato e ABS em capacetes mais económicos, enquanto soluções só em carbono são mais dispendiosas e leves. Os compósitos que se destacam são:

- **X- matrix (2):** fibra de aramida + fibra orgânica 3D + fibra de vidro + reforço de carbono;
- **Tricomposite (3):** fibra de vidro + fibra de carbono + kevlar;
- **CAAF (20):** Fibra de carbono + Aramida + fibra de vidro;
- **AIM (25):** Fibra de vidro + fibra orgânica+ fibra orgânica 3D + fibra de vidro;

Apesar das diferentes nomenclaturas existe pouca variação nas soluções entre os produtos, existe uma enorme gama de estilos, performance e preços. É de realçar que excepto marcas como *Arai*, *Shoei* e *Nolan* que trabalham com alta competição as outras marcas apresentam soluções desde baixo custo a alto para uma grande variedade de mercados.

6.2. Análise de mercado de capacetes ski/ snowboard



Figura 26: Prática de ski



Figura 27: Prática de Snowboard

Capacetes para a prática de ski e snowboard, tal como os capacetes de motociclismo, devem respeitar características que permitam aos utilizadores a prática do desporto com segurança. Os fatores mais procurados na compra deste tipo de equipamento são:

- ❖ Tamanho
- ❖ Conforto
- ❖ Ventilação

Morfologia capacete ski/snowboard

A gama de marcas, estilos e preços no mercado é extensa, mas existem características que são transversais a todas, desde o modelo mais básico ao que oferece mais conforto ou proteção.



Figura 28: Morfologia capacete Ski e Snowboard

A estrutura externa é sempre rígida (tipicamente plástica) que combinada com um revestimento interno de absorção de impacto é a base de um capacete de proteção, as restantes partes estão relacionadas com o destino do produto. A estrutura interna, que está em contacto

com a cabeça pode ser modular ou in-mold, a diferença está entre a combinação de módulos flexíveis para ajuste ao crânio ou a utilização de espumas de memória para a adaptação instantânea à cabeça. A ventilação dentro do capacete pode ser simples entradas e saídas de ar na zona rígida ou complexos sistemas de circulação de ar e ajuste no nível de ar que entra, proporcionando um maior conforto. Para uma maior higiene a parte interna é quase sempre extraível e lavável.

Legislação

Tal como em capacetes de motociclismo, os capacetes destinados a ski e snowboard deve respeitar normas de segurança, embora não tão exigentes.

Norma EN 1078

Esta norma testa capacetes destinados a ski através de o uso de drop weight, com a queda do capacete com um elemento representativo de crânio humano dentro de uma altura de 1.5m a uma velocidade de aproximadamente 23 m/s.

Além disso, capacetes de ski são testados para garantir que oferecem proteção suficiente contra objetos afiados ou pontiagudos. Todos estes processos são executados em ambientes diferentes (calor, frio, etc).

Os testes também incluem uma série de requisitos de design, como a área de cobertura, campo de visão, e folga entre a cabeça e o revestimento interno. Existem duas classes EN 1077: Classe A protege uma área maior da cabeça e oferece um maior grau de proteção contra penetração, enquanto a Classe B oferece maior ventilação e melhor audição, mas um pouco menos proteção.

ASTM F2040

(American society for testing and materials)

A ASTM 2040 define os requisitos de desempenho para capacetes usados para Ski de lazer e snowboard. Estes capacetes (à semelhança dos restantes) são projetados para um único impacto e devem ser substituídos após um acidente.

As especificações deste teste são: queda do provete a 2m de altura plana ao chão, em ambientes desde -28 °C a 38°C e ambientes bastante húmidos.

Capacetes ski/ snowboard e mercado

O mercado de capacetes é extenso e existem diversos capacetes para diferentes aplicações. No gráfico seguinte, varias tipologias de capacetes estão organizados na Ilustração 9 em que o eixo x representa **segurança e lazer** e o eixo y representa **status e funcionalidade**. Estes quatro filtros ajudam a organizar o que existe no mercado segundo o seu propósito e finalidade.

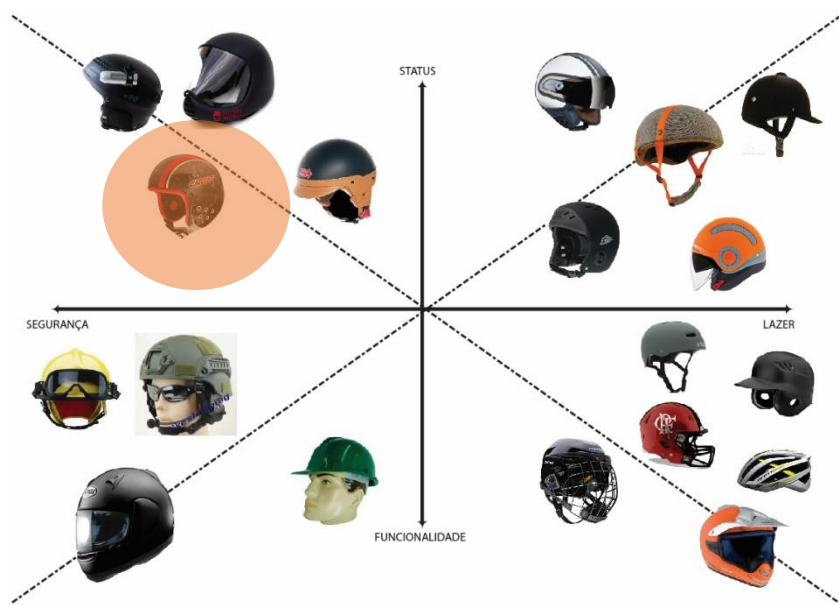


Ilustração 9:Tipologias de capacete no mercado: posicionamento capacete Ski

Como se pode verificar, o capacete de ski/ snowboard encontra-se posicionado na intersecção de status e segurança. A prática destas modalidades não está associada a qualquer “carteira” e por isso, o design do próprio capacete está relacionado a um público com mais poder económico, com o ambiente de uso e os outfits utilizados neste tipo de desporto. Por outro lado, este equipamento deve garantir a segurança do utilizador habitual em desportos radicais

6.2.1. Benchmarking técnico e conclusões

A comparação entre produtos existentes no mercado cria um panorama geral do estado de arte dos capacetes de ski e snowboard: quais as tendências, inovações, materiais e preços.

Ao analisar produtos da concorrência destacam-se:

- **Giro range MIPS (9):** Multi directional impact system- capacidade de absorver choques estáticos tal como impactos em ângulos diferentes a 90°;
- **Carrera 360° (10):** Sistema de ventilação passiva permite que o ar se espalhe sobre toda a superfície / protecção 360°- malha de cones que se movem livres durante impacto;
- **Carrera snow (13):** Elastic fit system;
- **Bern Lenox (18):** BOA – adjustable dial system (Figura 29)

Os materiais usados são na maioria plásticos: Acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e policarbonato (PC) no casco exterior à exceção do compósito ABS + Carbono no modelo Bern Carbon (19). O material usado na camada de absorção de impacto é em todos os casos espuma de poliestireno expandido conhecido como EPS.



Figura 29: BOA (Adjustable dial system)

6.3. Análise de mercado de Skydive / Voo livre



Figura 30: Prática de paraquedismo



Figura 31: Prática de voo livre

Voo livre (free flight)

" O voo livre agrupa uma série de disciplinas cujo objetivo comum é voar utilizando as forças da natureza e recorrendo à força do próprio piloto para descolar e aterrar. Estas disciplinas são Asa Delta e Parapente" Federação Portuguesa de Voo livre

Paraquedismo

" Salto de aeronaves ou lugares fixos (base jumping) fazendo uso de paraquedas para diminuir velocidade de queda, sendo possível realizar saltos de grandes altitudes sem sofrer danos corporais" wikipédia

Morfologia de Capacete



Figura 32: Morfologia capacete skydive

A morfologia do capacete é idêntica aos restantes, embora sejam utilizados tanto open como full face. Uma série de acessórios como **suporte para camara**, **dispositivos de medição de altitude e proteção de pescoço** estão disponíveis para acompanhar o capacete base.

Certificações

- CE EN 966

Mercado

Tendo em conta que são desportos que exigem formação adequada ou acompanhamento de um instrutor, e os custos de equipamento são altos a maior percentagem de compradores são escolas de formação, instrutores e clubes associados a estes desportos. No ano 2009, contabilizou-se 500 federados em paraquedismo e 692 em voo livre e apenas a 2ª atividade demonstrou crescimento desde 1996.

Mercado e tendências

Nesta tipologia de capacete não existe propriamente uma preocupação com tendências relacionadas com aspeto, mas sim com a aposta em novos materiais. Comparativamente com o mercado para motociclismo como ski/snowboard esta área é a que apresenta mais variedade de materiais usados e a aposta em compósitos é evidente.

6.3.1. Benchmarking técnico e conclusões

O mercado de capacetes de skydive e free flight são díspares e existe uma oferta desde capacetes abertos, fechados e long tail. A caracterização baseia-se no suporte para camara go-pro e bolso para altímetro. A camada de absorção de impacto é em espuma de polistireno com exceção do modelo cookie G3 (6) que usa o gel de impacto D3O. Enquanto no casco externo existe uma variedade de materiais usados, na sua maioria fibras:

- Policarbonato;
- ABS;
- ABS alto impacto;
- Fibra de vidro;
- Compósito de fibra de carbono.

O facto de não haver uma legislação específica em capacetes para esta prática desportiva existe um maior espaço de manobra para inovar e testar novas soluções. O elemento caracterizador desta tipologia de capacete é o suporte para go-pro e bolso interno para altímetro

7. Definição publico – alvo

7.1.Fatores externos

Desporto em Portugal

Após a análise de mercado das três tipologias selecionadas, para perceber quais as tendências e pontos diferenciadores entre cada capacete é importante refletir sobre os fatores em volta para criar um cenário em que se irá perceber as boas e más oportunidades.

Começamos pelo desporto em Portugal, segundo o Boletim estatístico (1996-2009) pela Federação Portuguesa de Desportos de Inverno, o número de praticantes de motociclismo federados decresceu imenso, contrariamente ao esqui e voo livre em que houve um acréscimo de praticantes, embora pequeno. No gráfico seguinte pode-se observar a evolução de cada desporto (que utiliza capacete na sua prática) desde 1996 a 2009.

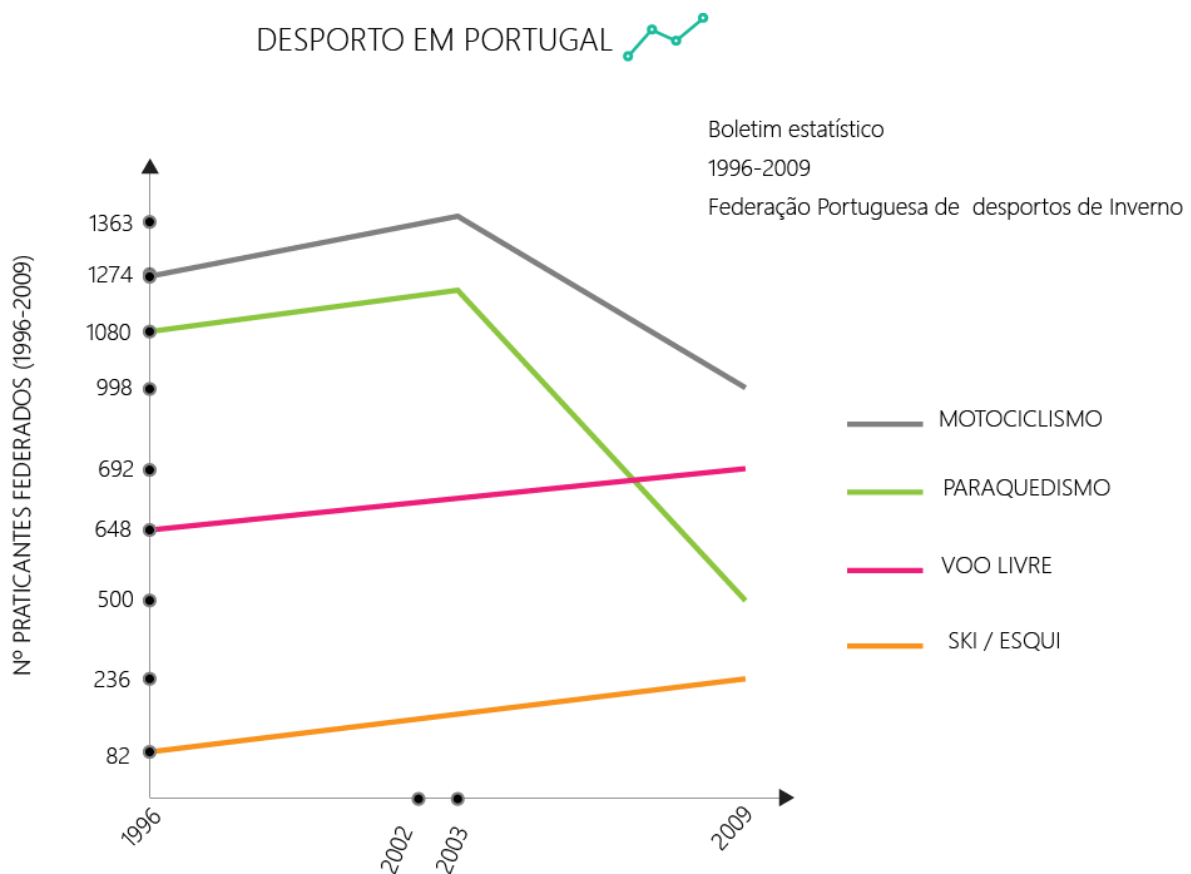


Figura 33: Atletas Federados (1996-2009) em desportos com uso de capacete (Instituto do Desporto de Portugal, IP, 2011)

Tendo em conta, os dois desportos em crescimento na Figura 33 considerou-se interessante fazer um levantamento de informação para considerar os prós e os contras de cada um e chegar a uma conclusão sobre em que mercado ou mercados apostar com esta nova solução. Todo este

processo é feito antes de desenhar o capacete, pois são fatores que influenciam no design do produto.

Economia em Portugal

Visto ser um produto desenvolvido em Portugal com cortiça nacional, antes de definir qual o melhor mercado é importante olhar para o nacional. O gráfico abaixo ilustra o rendimento coletável de 5.152.000 agregados familiares em 2016.

ANÁLISE CLASSES ECONÓMICAS EM PORTUGAL

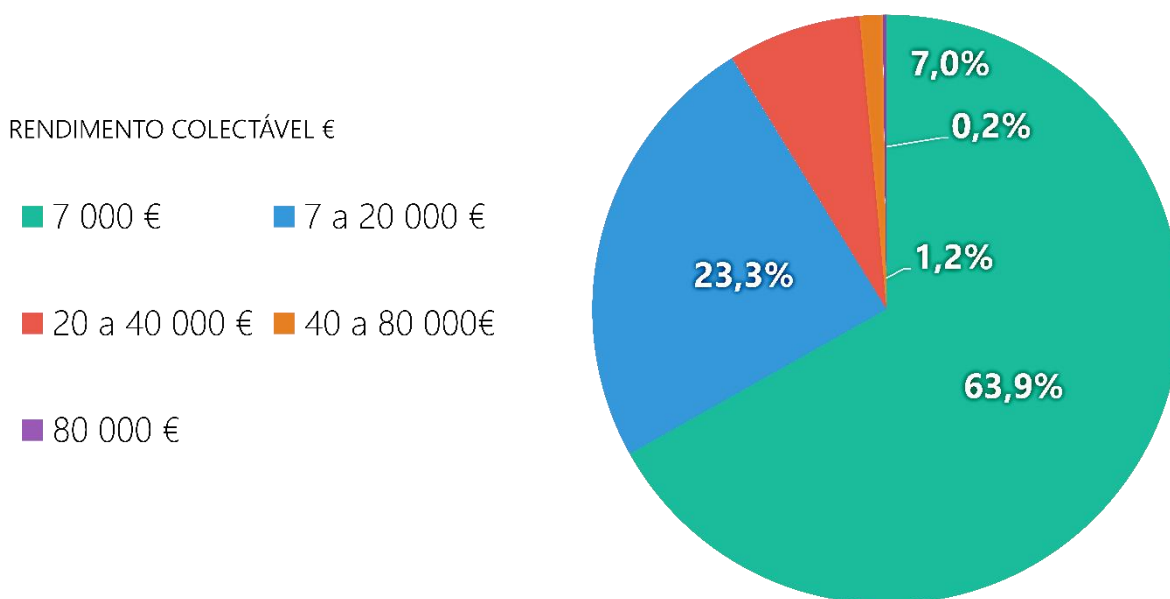


Figura 34: Rendimento coletável por classes em Portugal (€), 2016

A Figura 34, ilustra o rendimento anual das famílias portuguesas e como se pode verificar 63,9% destas pertencem ao escalão mais baixo com 7000€ ano que se reflete a 500€ mensais. Mais se pode verificar que apenas 8,4% dos agregados representados vivem uma vida confortável economicamente com rendimento anual superior a 20000€, partindo do princípio que são compostos por 4 elementos.

Esta análise demonstra a pouca flexibilidade financeira da maioria dos portugueses para a prática de desportos mais dispendiosos como motociclismo, mais precisamente longo curso, trial e competição, skydive e snowboard /ski, por isso, é importante após em diferentes mercados além do nacional.

Exportação cortiça portuguesa

O conceito de capacete com revestimento interno em cortiça une dois mercados diferenciados, o mercado corticeiro e o mercado de capacetes, embora o mercado corticeiro seja secundário, pode-se aproveitar o facto de já estar implementado em alguns mercados como vantagem para o sucesso do produto.

SECTOR CORTICEIRO PORTUGUÊS



PRINCIPAIS MERCADOS EXPORTAÇÃO

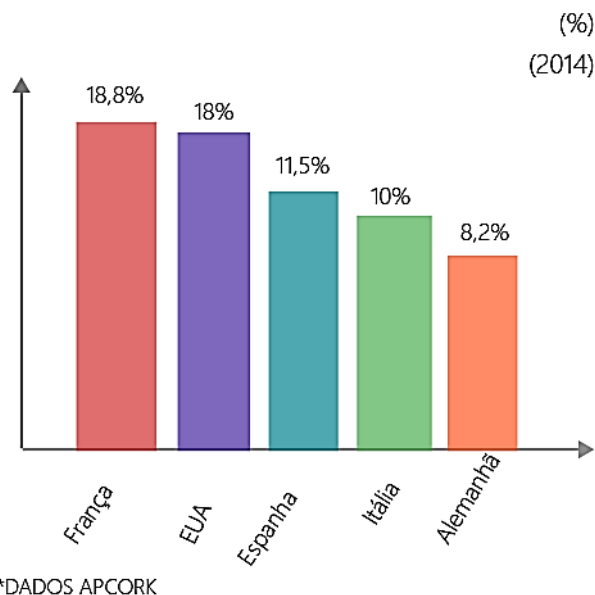


Figura 35: Principais destinos de exportação cortiça portuguesa, 2015 (APCOR, 2016)

No gráfico acima, estão identificados os países para onde Portugal exporta mais cortiça, sendo França o principal.

A maioria dos países de destino são na Europa, embora os Estados Unidos da América, apareçam em 2º lugar como um forte comprador de cortiça Portuguesa. Este gráfico, engloba desde placas de cortiça transformada, rolhas, produtos de construção civil e produtos de design e decoração.

Sendo mercados que já estão familiarizados com a qualidade da cortiça portuguesa e a sua versatilidade pressupõem-se mais recetivos a este conceito.

A análise dos fatores externos combinada com uma reflexão sobre os desportos ski/snowboard e skydive/free flight irá se refletir no project brief do produto, onde os pressupostos do capacete irão ser definidos.

7.2. Reflexão ski/snowboard

"Desporto como gerador de consumo"

As estâncias de ski e snowboard não são apenas locais de prática desportiva, mas sim de lazer e convívio, criando assim um elo entre turismo e desporto conhecido como *turismo desportivo*. De Knop² diz que o turismo desportivo é um fenómeno que interessa principalmente à classe média e novas tecnologias permitem a prática desportiva fora do contexto natural (por ex.: neve artificial).

² Mestre em Sociologia do Desporto e Gestão Desportiva

O aumento desta relação entre desporto e turismo, permite um maior fluxo de adesão à prática de desportos de neve ou outros (dependendo da zona e da oferta) abrindo as portas à necessidade de desenvolver novos equipamentos, com mais upgrades, conforto, segurança e design apelativo, como defende o Fauster i Matute (1996) que diz que a força crescente que este sector (turismo desportivo) detêm é fruto de novos produtos e novas modalidades, não permite qualquer relação com os conceitos fechados e tradicionais. (Carvalho, 2007)

Segundo a Federação Internacional de Ski houve um aumento de praticantes de snowboard para cerca de 2.000.000 no ano de 2014. O snowboard representa assim 11.2% (de praticantes) no total de praticantes de desportos de neve.

Desportos de neve

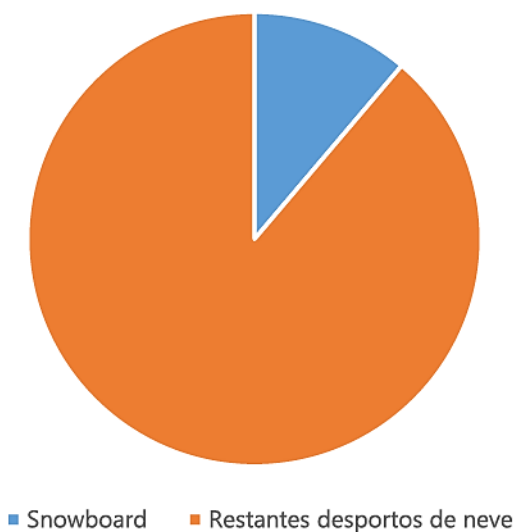


Figura 36: Snowboard e restantes desportos de neve (Federação Internacional de Ski, s.d.)

Tendo em conta o que foi referido relativamente aos desportos de neve e estâncias para a prática dos mesmos, identificaram-se as principais estâncias na Europa e ao cruzar esta informação com os principais mercados de exportação de cortiça portuguesa existe uma correlação geográfica como se pode verificar na seguinte ilustração:

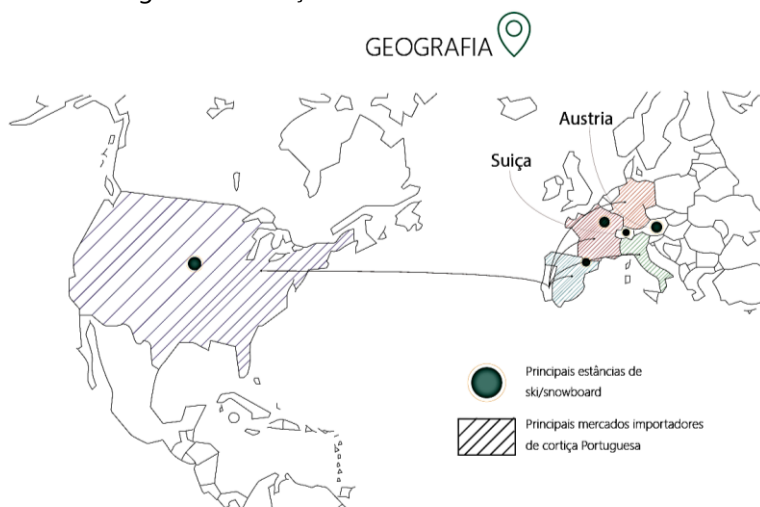




Ilustração 10: Correlação geográfica entre principais mercados de exportação de cortiça e estâncias de ski/snowboard

Nos principais mercados para os quais Portugal exporta cortiça existem estâncias de ski bastante conhecidas dentro da Europa, referenciadas como pontos de lazer e prática de desporto em todo o Mundo. Tal como nos EUA, onde a prática destes desportos é muito comum.

A relação entre desportos de inverno, turismo e geografia resulta num mapa de vantagens estratégicas para a aposta no mercado de equipamento para ski/snowboard.

Quadro 2: Análise de prós e contras relativamente a uma aposta no mercado de ski/ snowboard

	Combinação entre desporto e turismo contribui para o aumento da prática de desportos como ski e snowboard;
	Crescente consciencialização para a segurança na prática de desportos radicais;
	Interligação entre contexto de uso e produto: natureza;
	Crescente sensibilização da proteção do meio ambiente e aposta em produtos green;
	Crescente facilidade de movimentação e acesso a estes desportos:
	<ul style="list-style-type: none">• Companhias aéreas low cost;• Hosteis;• Comunicação online;• Ofertas/ descontos (vouchers);
	Estâncias são potenciais stakeholders pois alugam equipamento desportivo;
	Não dependência das condições naturais, por ex.: neve artificial;
	Custo de equipamento;
	Maioria dos praticantes aluga equipamento;
	Diminuição do poder de compra a nível nacional;

Após a analisar o Quadro 2, pode-se verificar que existem prós suficientes que justifiquem aposta no mercado de capacetes de ski/snowboard.

7.3. Reflexão Skydive e free flight

Ambos os desportos requerem formação e investimento em equipamento que não é acessível a qualquer carteira, mas este problema foi solucionado com a disponibilidade das escolas para realizar saltos com instrutor com equipamento disponível que permite a pessoas sem formação realizarem esta atividade com preços a partir de 115€ por pessoa.

Em Portugal, existem 24 escolas e clubes de voo livre e 30 escolas e clubes de paraquedismo que tem equipamento para disponibilizar aos alunos e clientes em geral, segundo a escola *Skydive Portugal* foram realizados 15,900 saltos em 2013.

A prática destes desportos está associada com os riscos de acidente fatal, que pode resultar da falha do equipamento, má aterragem ou outras falhas. O gráfico seguinte demonstra o total de acidentes fatais de 2010 a 2014 nos Estados Unidos da América.

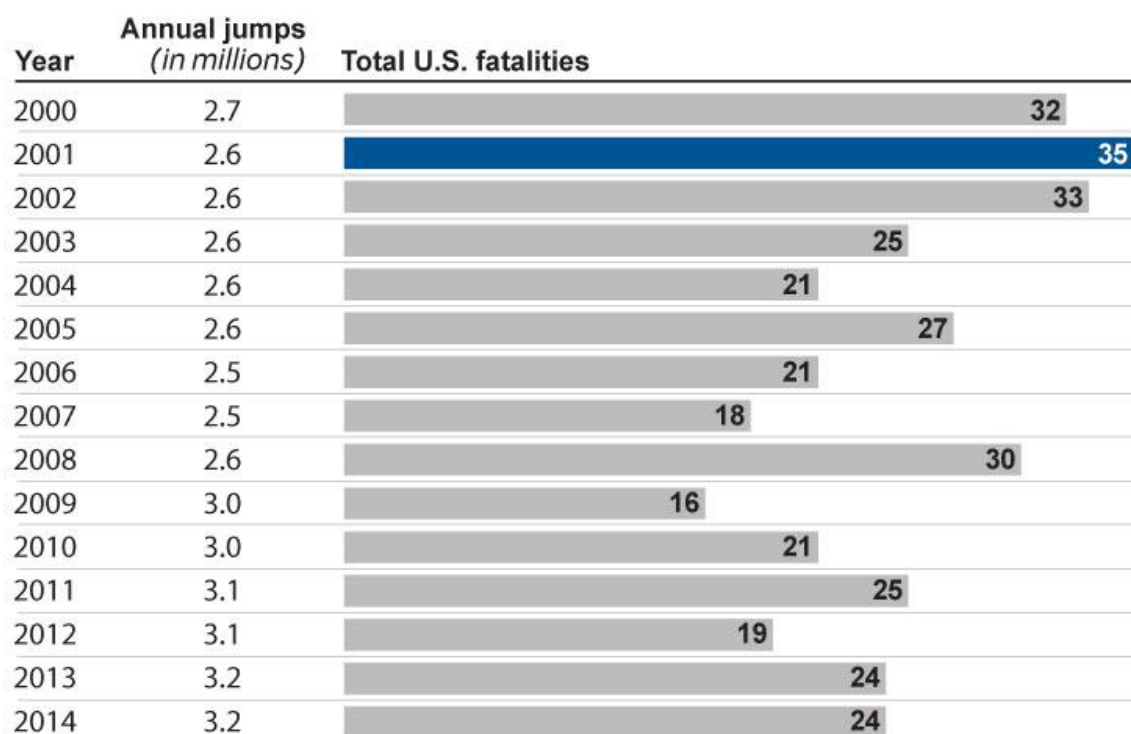


Gráfico 19: Registo de acidentes fatais em Skydive nos EUA, 2000-2014 (Chicago Tribune, 2015)

Como se pode observar, o número de saltos anuais tem aumentado, sendo que em 2015, registaram-se 3,2 milhões de saltos, valor bastante superior ao registado em território nacional. O número de fatalidades tem diminuído, mas até ao momento não existem dados que associem este decréscimo ao uso de capacete, embora seja fortemente aconselhado o seu uso.

A grande adesão a skydive, na área dos Estados Unidos da América gera uma grande procura de capacetes adequados o que se traduz numa oportunidade.



A particularidade do capacete para skydive deve-se ao facto de não haver um apropriado, mas sim vários que podem ser usados na modalidade, desde abertos, integrais a long tail, em que os gadgets associados fazem a diferença:

- Suporte para camara (go-pro)

- Proteção para pescoço
- Visor contra UV
- Altímetro

Estes itens podem vir com o capacete ou serem comprados para complementar o capacete base.

Quadro 3: Análise de prós e contras relativamente a uma aposta no mercado de Skydive/ Free flight

	<p>Combinação entre desporto e turismo contribui para o aumento da prática de desportos como skydive e free flight;</p> <p>Aumento crescente da adesão a este tipo de desporto;</p> <p>Crescente consciencialização para a segurança na prática de desportos radicais;</p> <p>Crescente sensibilização da proteção do meio ambiente e aposta em produtos green;</p> <p>Crescente facilidade de movimentação e acesso a estes desportos;</p> <p>Maior área de inovação;</p> <p>Mais gadgets associados ao produto base;</p> <p>Normas menos limitadoras;</p> <p>Escolas e clubes destas modalidades são possíveis stakeholders;</p>
	<p>Devido aos custos associados poucos particulares aderem a este desporto;</p> <p>Escolas disponibilizam equipamento necessário para a prática da modalidade;</p> <p>Falta de regulamentação resulta na compra de capacetes mais económicos;</p> <p>Diminuição do poder de compra a nível nacional;</p> <p>Risco associado atrai poucos praticantes;</p>

O processo pelo qual a análise do público-alvo foi elaborada, resultou no afunilamento de possíveis mercados de capacetes a explorar até chegar aos mais promissores. O fato de ser uma solução mais dispendiosa que a soluções em espuma, dirigiu o estudo para mercados com mais possibilidades económicas e por isso, desportos que exijam mais flexibilidade financeira para sua prática: motociclismo, ski e skydive. Após uma análise de todos os elementos, conclui-se que o mercado de capacetes de ski/snowboard e skydive / free flight são os com mais margem para inovar e conseguir sucesso com uma nova solução.

A definição do público-alvo resulta na proposta de desenvolvimento de duas soluções: uma que responda às necessidades de ski e snowboard e uma segunda que responda às exigências de skydive e free flight.

Os principais objetivos e pressupostos dos dois conceitos de capacete a desenvolver estão resumidos no subcapítulo 7.4.

7.4. Project Brief

Capacete com revestimento interno em cortiça

Descrição do Produto

Desenvolvimento de produto de dois modelos de capacete distintos com revestimento interno em cortiça, destinados a ski/ snowboard e skydive e free flight.

Objetivos

Utilização de um material natural e tradicional- a cortiça- com excelentes propriedades de absorção de impacto com o capacete, um produto desenhado para segurança. Os principais objetivos são:

- Máximo conforto;
- Design adequado ao ambiente de uso;
- Apelo ao uso de materiais naturais e amigos do ambiente – eco-design;

Utilizador

- A partir dos 3 anos para ski/snowboard;
- A partir dos 18 anos para skydive;
- Classe média- alta;
- Europa e EUA;

Pressupostos e Restrições

- Dimensões do produto adequadas ao utilizador;
- Respeita Normas de Segurança
- Utilização de materiais hipoalergénicos;
- Reciclável ou de mínimo impacto ambiental;

Stakeholders

Escolas e clubes de voo livre;

Escolas e clubes de paraquedismo;

Escolas e estâncias de ski e snowboard;

Normas

- ECE/22-05, DOT; (Europeia) - Motociclismo
- Norma EN 1078 – Ski
- ASTM F2040 – Ski
- CE EN 966

8. Desenvolvimento conceitual

8.1. Análise ergonômica

O capacete é um elemento de proteção da cabeça humana e seu interior, por isso é importante perceber a sua anatomia, partes funcionais e formas. O desenvolvimento da forma do capacete e da camada de proteção terá em consideração diversos fatores, um deles é a anatomia da cabeça para uma melhor adaptação.

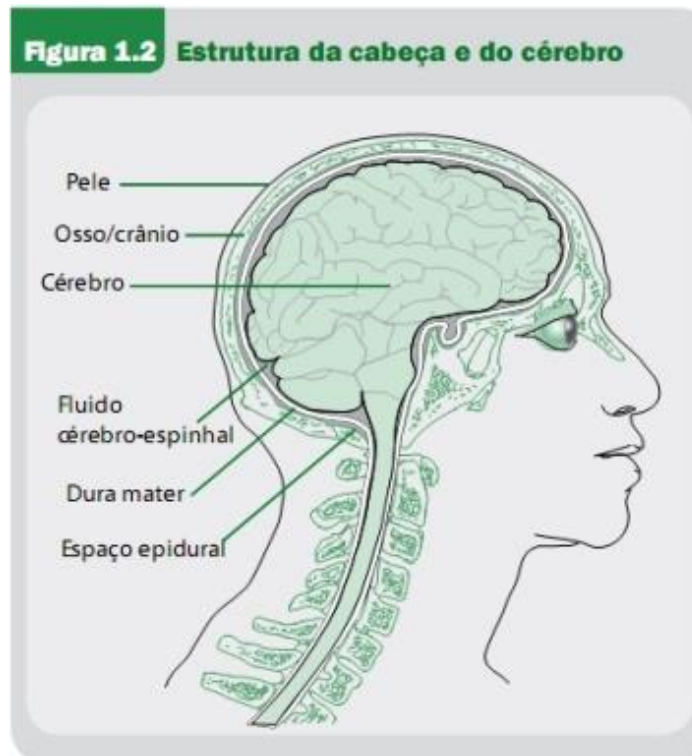


Figura 37: Estrutura da cabeça e do cérebro

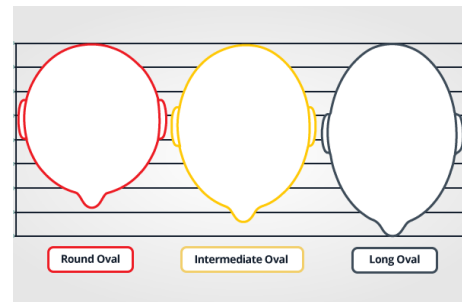


Figura 38: Formas do crânio

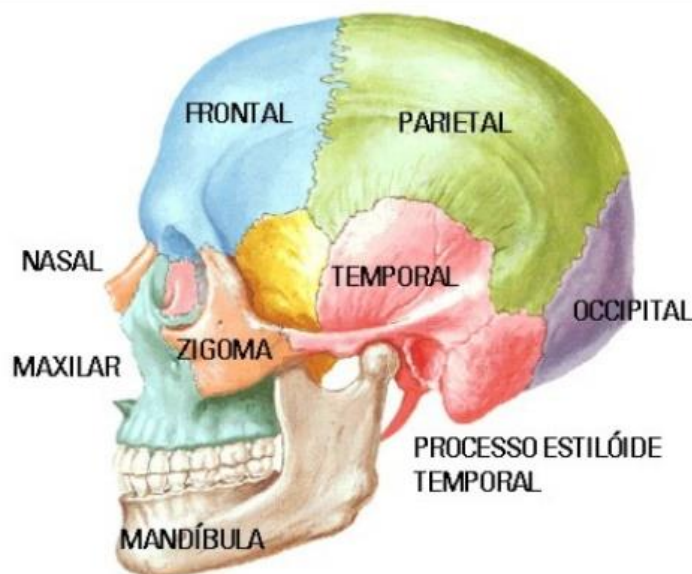


Figura 39: Subdivisões do crânio

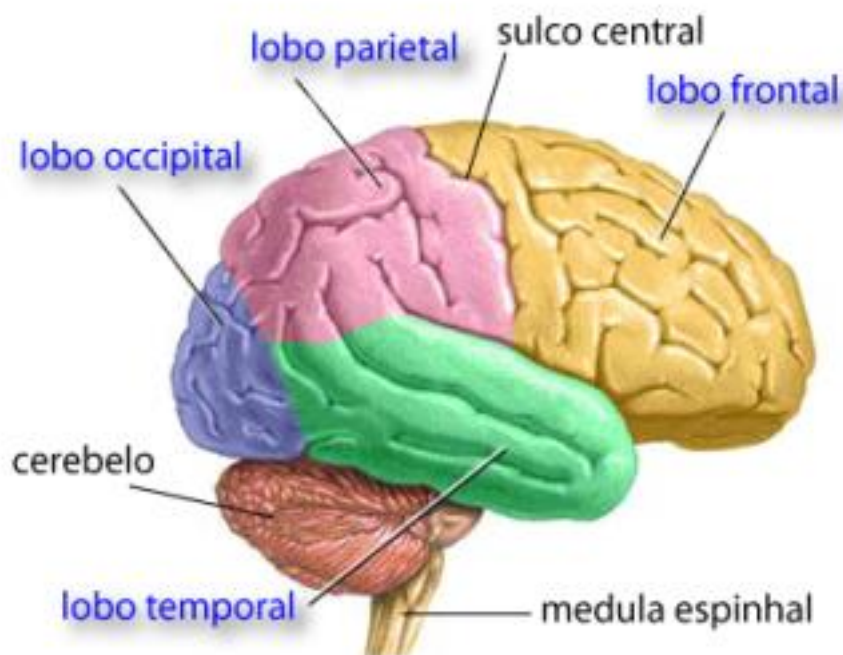


Figura 40: Localização dos lobos do cérebro

O cérebro humano está dividido entre quatro lobos:

- Lobo frontal: responsável pela capacidade motora, movimentos voluntários, fala e outros atos intelectuais.
- Lobo occipital: recebe e processa informação, cores e formas.
- Lobo parietal: processa informação vinda de outras partes do cérebro.
- Lobo temporal: é dividido em duas subpartes, parte direita responsável pela memória visual e parte traseira responsável pela interpretação das emoções e reações de outras pessoas.

As lesões na cabeça estão relacionadas com a direção do impacto que na sua maioria ocorrem em angulo oblíquo entre 30-40 graus. (Sergio Christian Carnevale Lon, 2014)

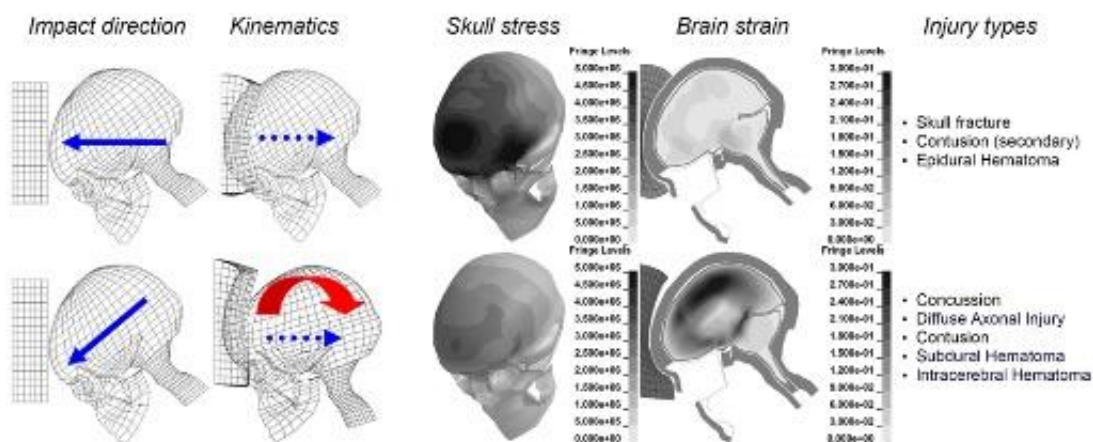


Ilustração 11: Diferença entre impacto em angulo reto e oblíquo e consequentes lesões (Kleiven, 2007)

A ilustração acima representa os diferentes níveis de stress a que o cérebro é sujeito num impacto com angulo de 90 graus ou oblíquo e como se pode verificar num impacto reto a maior área afetada é o osso enquanto em um impacto oblíquo as lesões são no cérebro pois o impacto provoca uma torção do cérebro resultando em concussão e hemorragia subdural.

As lesões mais frequentes são as fraturas do crânio (86%) e concussões no cérebro (73%).
(Sergio Christian Carnevale Lon, 2014)

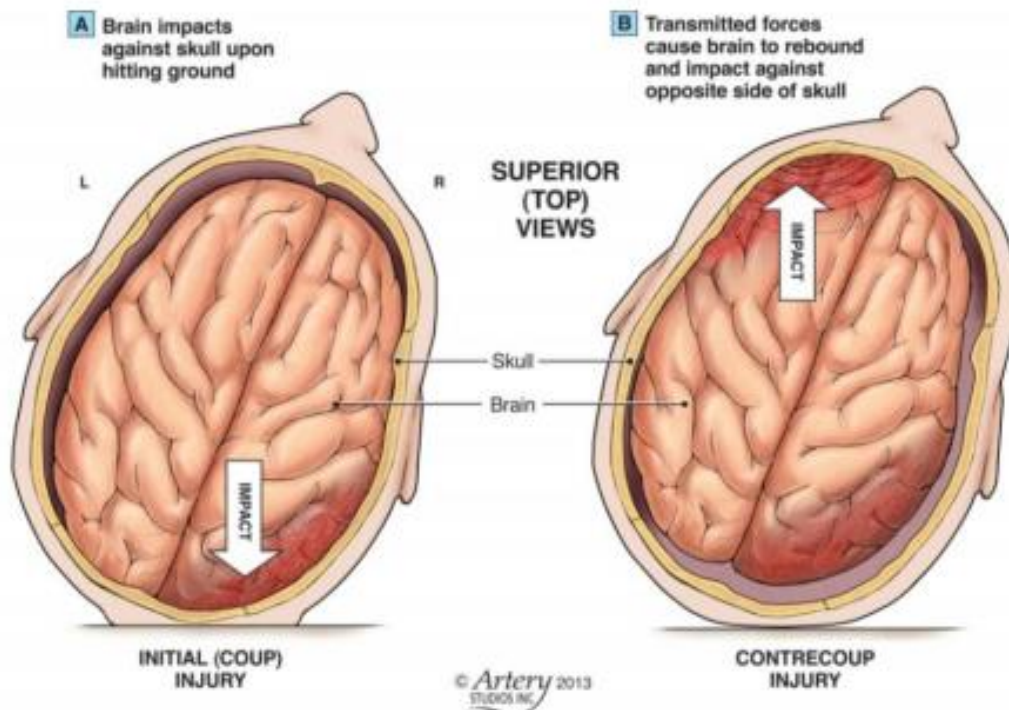


Ilustração 12: concussão por impacto e concussão no retorno do impacto (Sergio Christian Carnevale Lon, 2014)

As concussões provocam micro lesões no cérebro que não são visíveis e podem provocar dor de cabeça, sonolência, dificuldade de concentração e outros danos neurológicos que podem ser ou não reversíveis, além de que, não são lesões detetáveis.

Medidas anatômicas

O desenvolvimento do capacete deve-se basear em medidas anatômicas para possibilitar a adaptação a diferentes tamanhos. O levantamento de informação servirá de base para a definição das medidas base. A figura seguinte representa medidas necessárias para o desenvolvimento do capacete (entre outras) de um modelo masculino de 40 anos e cidadão Americano.

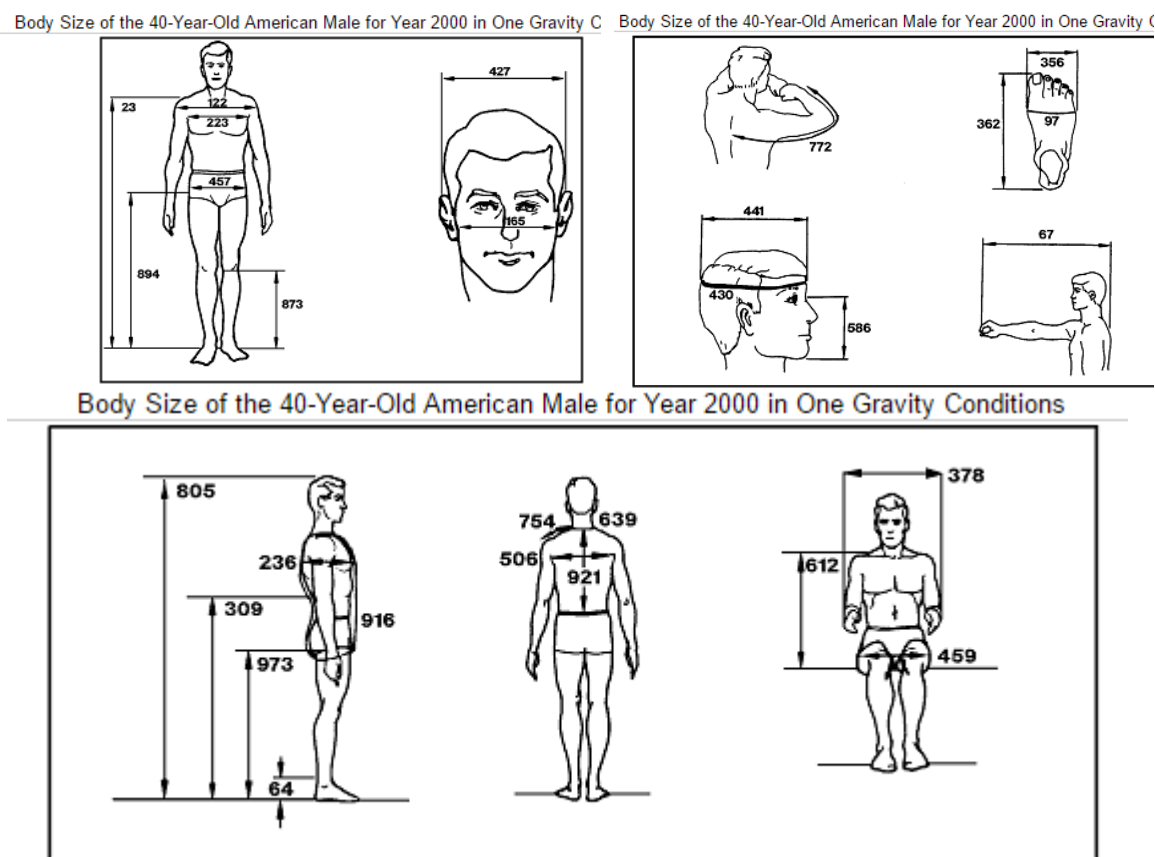


Figura 41: Medições antropométricas Americanas (Nacional Aeronautics and Space Administration)

Tabela 6: Medidas Antropométricas (Percentil 50) (Nacional Aeronautics and Space Administration)

Medida	Percentil 50 %	
	Masculino (40 anos / Americano)	Femenino (40 anos / Americana)
427	15.7 cm	15.6 cm
165	14.3 cm	14.5 cm
441	20 cm	18.2 cm
430	57.8 cm	55.2 cm
586	12.1 cm	10.8 cm
639	38.2 cm	37.1 cm

Além das dimensões anatômicas é importante ter em consideração os movimentos da cabeça de forma a criar um conceito que permita o livre movimento da cabeça sem restrições e o campo de visão, pois as laterais do capacete não devem limitar a visão periférica do utilizador.

Figure	Joint movement (note b)	Range of motion (degrees)			
		Males (note a)		Female (note a)	
		5th percentile	95th percentile	5th percentile	95th percentile
1	Neck, rotation right (A)	73.3	99.6	74.9	108.8
	Neck, rotation left (B)	74.3	99.1	72.2	109.0
2	Neck, flexion (B)	34.5	71.0	46.0	84.4
	Neck, extension (A)	65.4	103.0	4.9	103.0

Figura 42: Movimentos da cabeça (Nacional Aeronautics and Space Administration)

Os músculos da cabeça e pescoço

Os músculos são tecidos responsáveis pelos movimentos voluntários no corpo humano, por exemplo na face existem 11 músculos entre responsáveis pelo sorriso e outras expressões faciais e pelo piscar de olhos.

Músculos da Cabeça

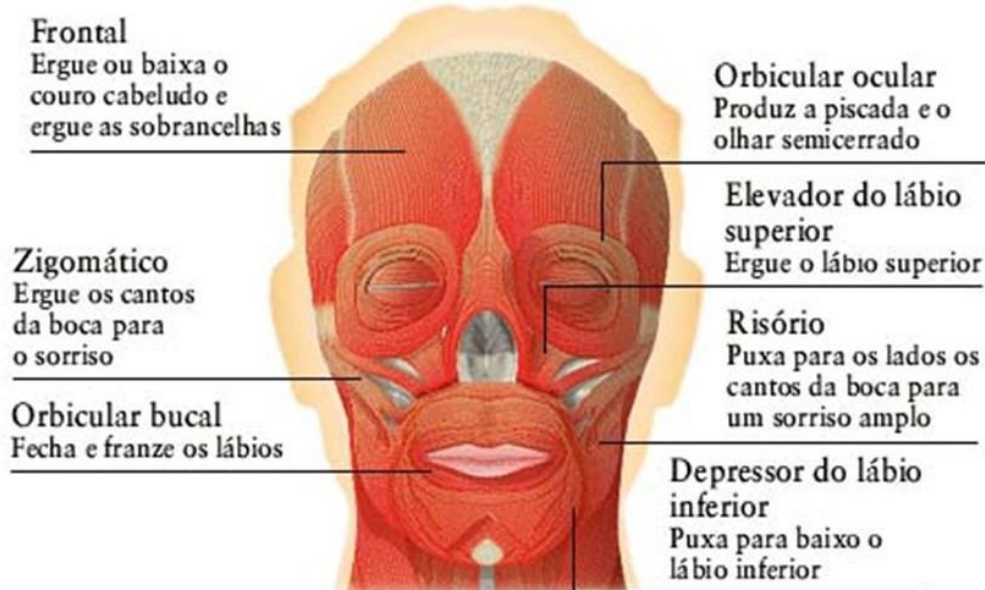


Ilustração 13: Músculos da cabeça humana

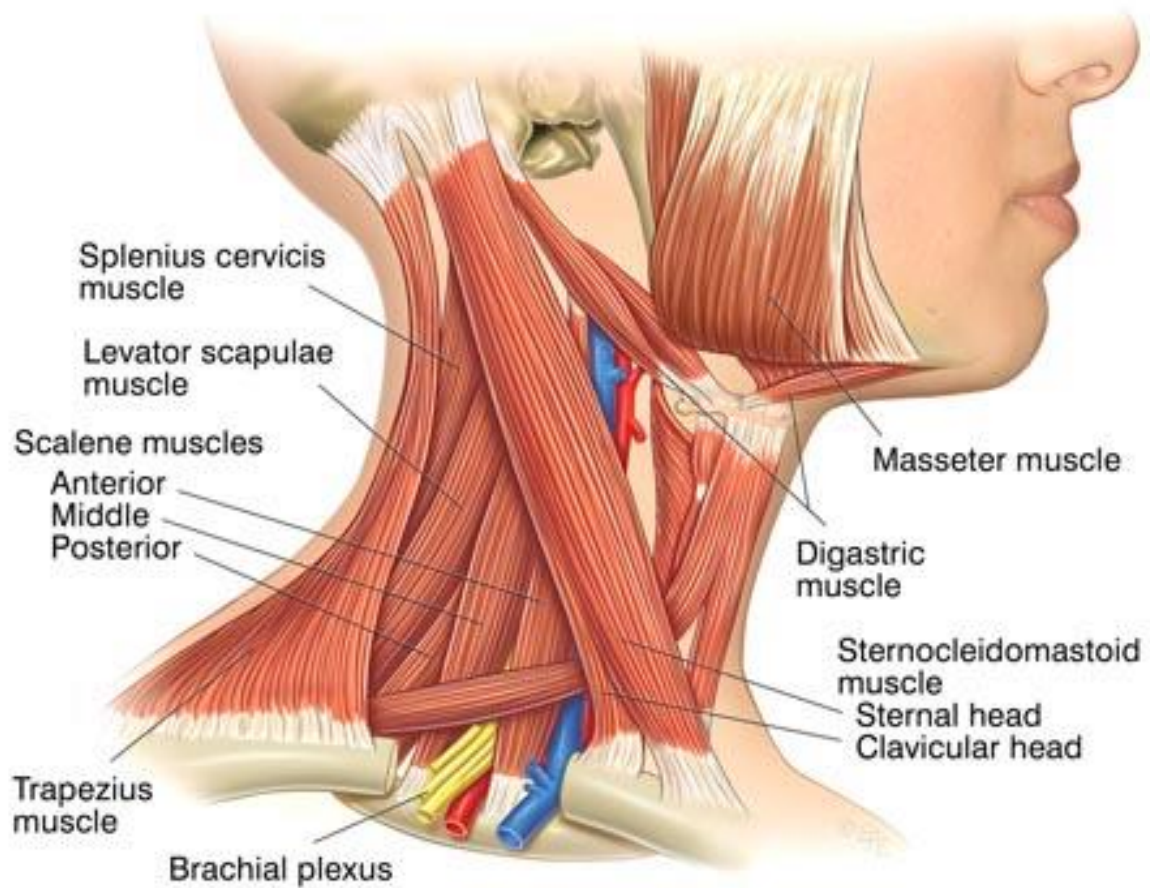


Ilustração 14: Músculos do pescoço

O músculo levator scapulae é responsável pelos movimentos da cabeça para trás, a combinação entre o osso, a articulação como ponto de alavanca e a contração muscular exercem força para acontecer o movimento

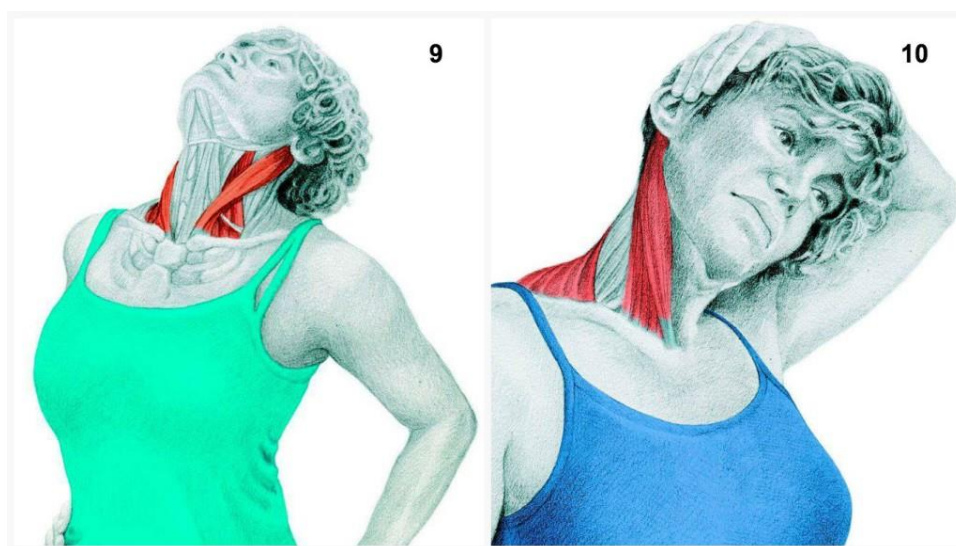


Ilustração 15: Sistema de alavanc

Movimentos da cabeça

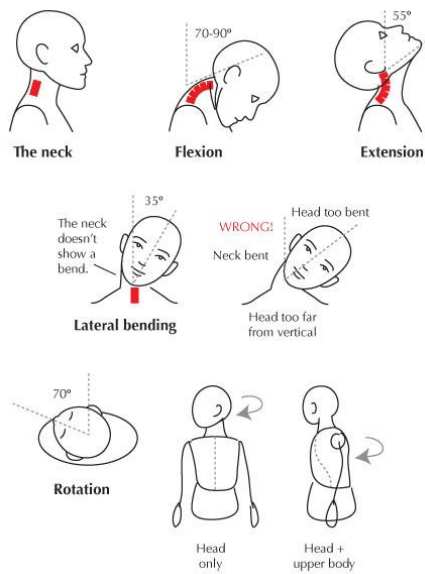


Figura 43: Movimentos da cabeça humana (envatotuts+, 2014)

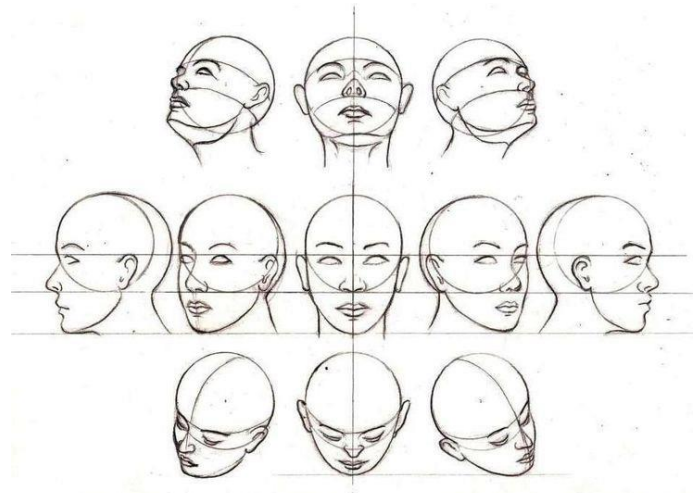
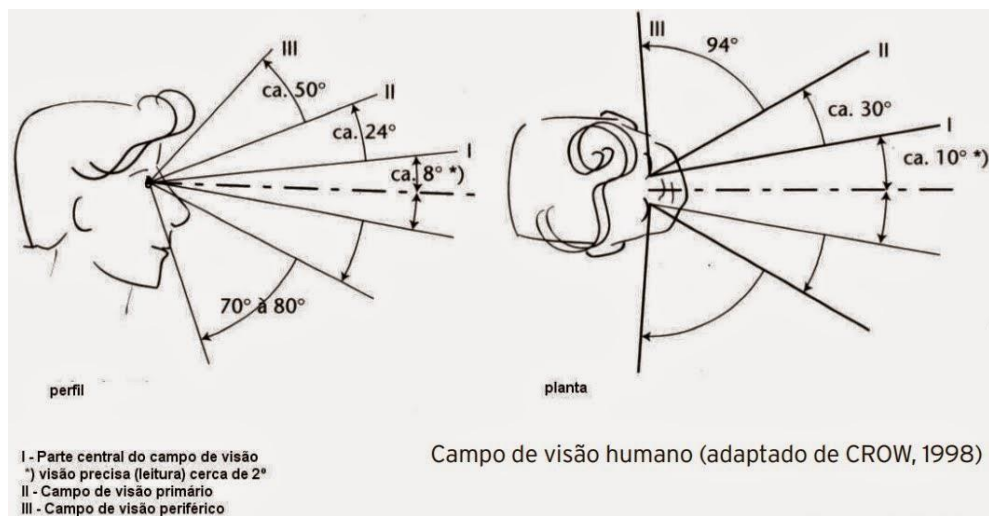


Figura 44: Esboços de diversas posições da cabeça humana



Campo de visão humano (adaptado de CROW, 1998)

Ilustração 16: Campo de visão humano

Regularização de tamanhos de capacete

Em complemento, as tabelas de tamanho e medidas de capacetes usadas por outras marcas no mercado ajudam a perceber como são regularizados os tamanhos de capacetes e como o tamanho da cabeça influencia a tabulagem.



SIZE CHART: HELMETS GUIDA ALLE TAGLIE: CASCHI



SIZE / TAGLIA	CENTIMETERS / CENTIMETRI	INCHES / POLLICI
3XS	49 cm - 50 cm	19 3/8" - 19 5/8"
2XS	51 cm - 52 cm	20" - 20 1/2"
XS	53 cm - 54 cm	20 7/8" - 21 1/4"
S	55 cm - 56 cm	21 5/8" - 22"
M	57 cm - 58 cm	22 3/8" - 22 3/4"
L	59 cm - 60 cm	23 1/4" - 23 5/8"
XL	61 cm - 62 cm	24" - 24 3/8"
2XL	63 cm - 64 cm	24 3/4" - 25 1/4"
3XL	65 cm - 66 cm	25 5/8" - 26 3/4"

Get a soft cloth tape and measure the circumference of your head: the tape must pass 2 cm or 1" above the ears and just above the eyebrows.
Procuratevi un metro da sarta e misurate la circonferenza del vostro cranio: il metro deve passare 2 cm sopra le orecchie e immediatamente sopra le sopracciglia.

Figura 45: Tabela de tamanhos Arai

Schuberth

XS	S	M	L	XL	XXL
52 - 53	54 - 55	56 - 57	58 - 59	60 - 61	62 - 63

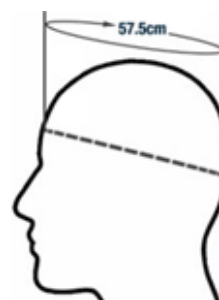


Figura 46: Tabela de tamanhos Schuberth



ADULTS

Small	Medium	Large	XLarge
52cm - 55.5cm	55.5cm - 59cm	59cm - 62.5cm	62.5cm - 65cm

KIDS

X Small / Small	Medium / Large	Small	Medium
49cm - 52cm	52cm - 55cm	52cm - 55.5cm	56cm - 59cm

Figura 47: Tabela de tamanhos Giro

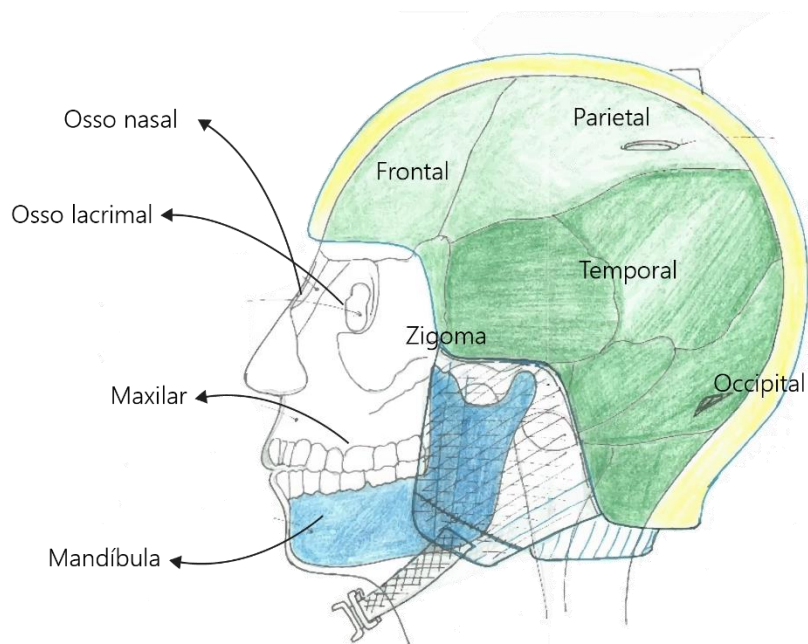


Ilustração 17: Relação entre capacete aberto e cabeça humana

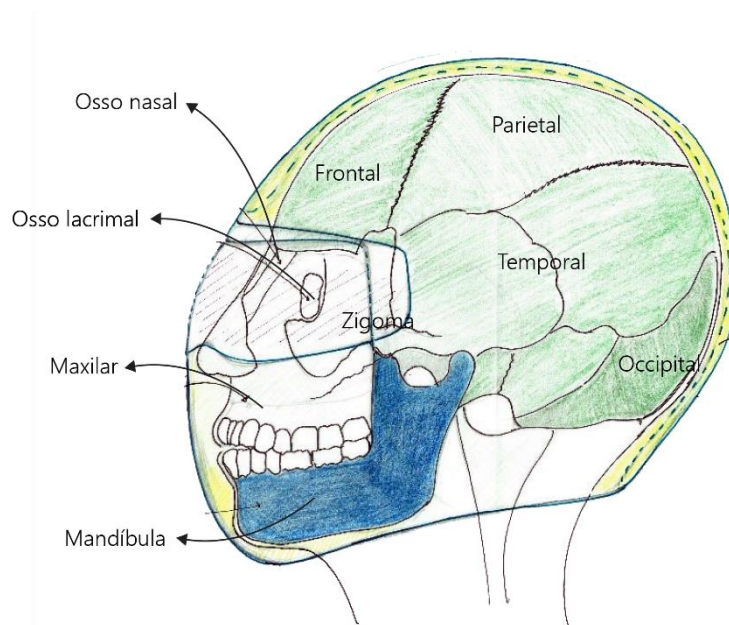


Ilustração 18: Relação entre capacete fechado e cabeça humana

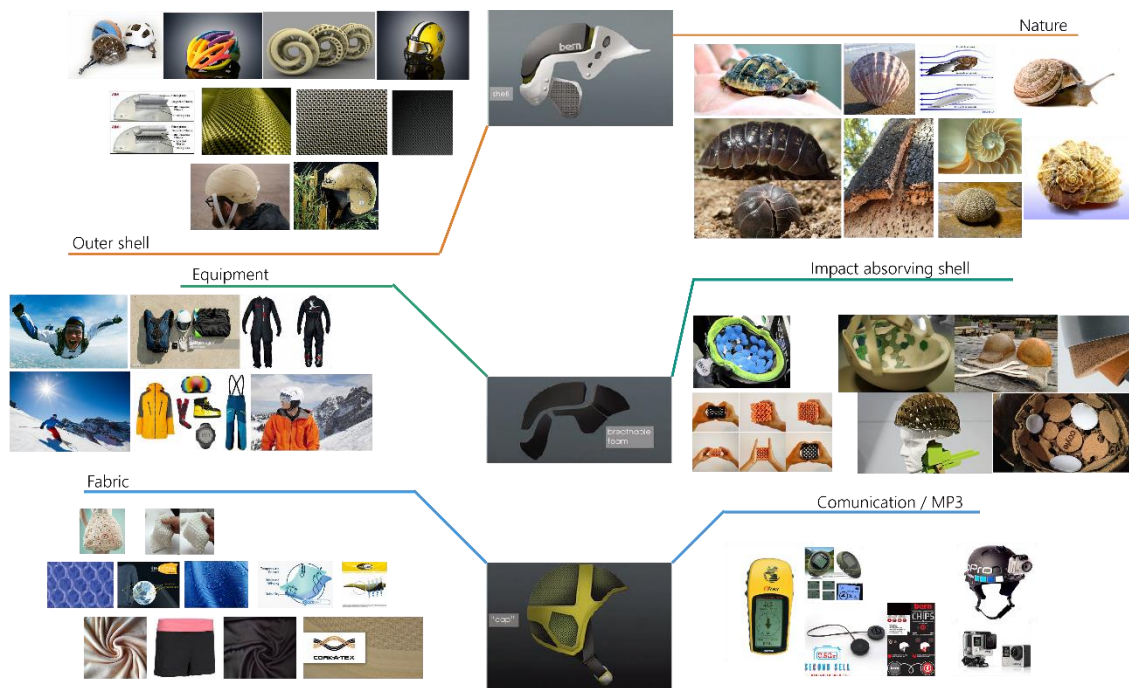
A relação entre a cabeça e o capacete varia consoante a tipologia do capacete, no caso de ski e snowboard só protege a parte frontal, parietal, temporal e occipital do crânio e embora muitos conceitos tenham a lateral flexível a proteger parte da mandíbula não é garantia da sua proteção pois é um elemento com menor capacidade de resistência ao choque.

O capacete conhecido como full face (habitual no motociclismo) protege a mandíbula, maxilar e parte nasal, conseguindo um maior nível de proteção e por isso usado em situações onde o nível de impacto prevê-se maior

8.2. Sketching e maquetização

Antes de iniciar a fase de desenho de conceito foi feito um levantamento de informação e inspirações para a fase de desenvolvimento. O Quadro 4 é uma organização de imagens em que o produto foi dividido em três partes funcionais: outer shell, impact absorbing shell e fabric e para cada parte são apresentadas soluções, como os materiais para a outer shell e inspirações para a forma exterior baseadas em animais que possuem carapaça rígida de proteção.

Quadro 4: Divisão do produto em partes funcionais e soluções



Analisando ao pormenor o quadro pode-se verificar que para soluções de material para a casca do capacete apresentam-se 5 soluções: termoplásticos, impressão 3D, fibras naturais, compósitos e material natural, como a madeira e o bambu. O uso de compósitos com fibras naturais é muito usual em capacetes de competição, são soluções mais leves e mais dispendiosas. A impressão 3D apenas foi explorada em protótipos até ao momento.

Equipment

Skidive / free flight



Snowboard / ski



Figura 50: Pormenor quadro 4: equipamento

A camada de absorção de impacto é o elemento sensível do conceito, o levantamento de soluções alternativas às espumas revelou outros materiais naturais como a cortiça que começam a ser explorados para esta aplicação. Principal destaque para o gel D3O, usado nos coletes à prova de bala, tem a particularidade de endurecer com a força de impacto e após segundos voltar ao estado normal.

Impact absorbing shell

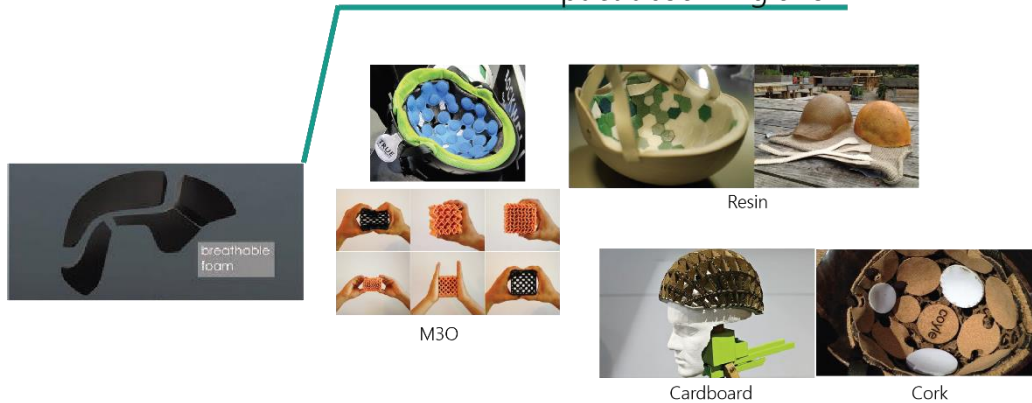


Figura 51: Pormenor quadro 4: materiais alternativos a espuma

O tecido é o que vai estar em contacto direto com o utilizador, por isso, deve oferecer conforto e ser hipoalergénico. As soluções apresentadas estão divididas entre: tecido 3D, tecidos tecnológicos e tecidos orgânicos. Os tecidos 3D estão a revolucionar o mercado têxtil, mas para esta aplicação não são a melhor escolha. Destaca-se nos tecidos tecnológicos o dryclim, um tecido auto respirável que absorve e seca o suor sozinho. Nos materiais orgânicos, especial atenção para o cork-a-tex, uma junção entre cortiça e algodão que se enquadra na linguagem dos conceitos a desenvolver.

Fabric

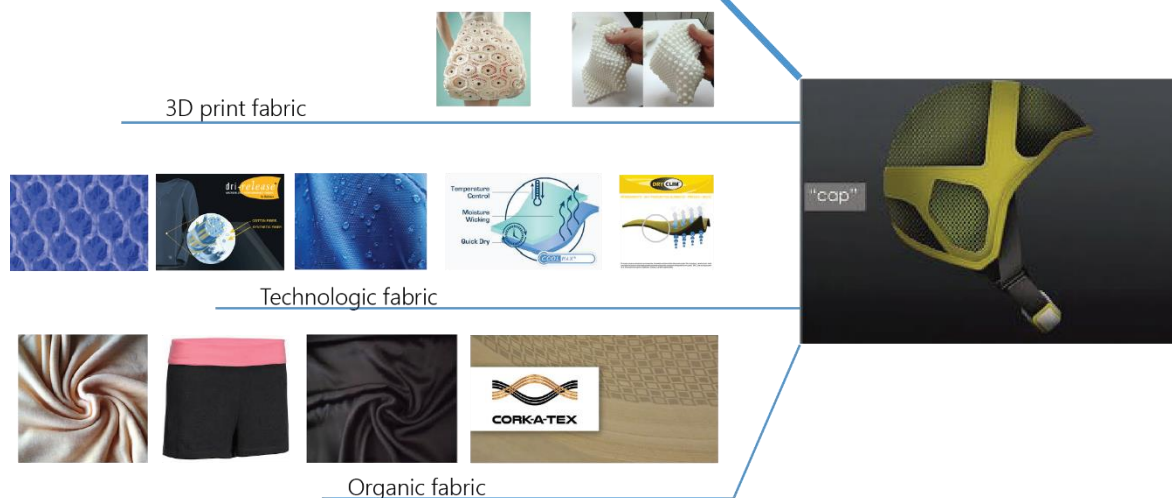


Figura 52: Pormenor quadro 4: tecidos

Principal destaque para a nova geração de tecidos inteligentes no mercado, com propriedades condutoras de luz e som e com capacidade de armazenar energia para recarregar dispositivos eletrônicos, como o caso do *WEStoreOnTEX* desenvolvido por uma equipa de investigadores da Universidade do Porto.



Figura 53: Pormenor quadro 4: gadgets

Para além do capacete existem uma série de gadgets associados ao produto relacionados com tecnologia e tem como função aumentar o prazer durante a prática do desporto, orientar o utilizador ou documentar o momento. A integração destes "add in" ou a facilidade para uma posterior adição por parte do comprador aumenta o valor comercial do produto.

Sistemas de fecho

Os sistemas de fecho mais usuais em capacetes são os identificados em baixo, principalmente o double D, pela sua eficiência e simplicidade, enquanto os restantes já exigem um nível de complexidade e peças.



Figura 54: Double D



Figura 55: Micro metric



Figura 56: Quick release



Figura 57: Fecho por pressão

8.2.1. Desenvolvimento cork layer

O primeiro elemento a ser pensado foi a camada interna de cortiça, para além das questões formais e adaptação existem outros problemas a serem solucionados:

- Ventilação/ refrigeração;
- Adaptação a diferentes crânios;
- Design potencializador da absorção de impacto, tendo em conta as sensibilidades do material;
- Proporcionar segurança e conforto;

De forma a obter uma base de trabalho foi usado como referencia a camada de absorção de impacto em espuma de um capacete da concorrência onde se realizou uma análise de dimensões, forma e sistema de ventilação

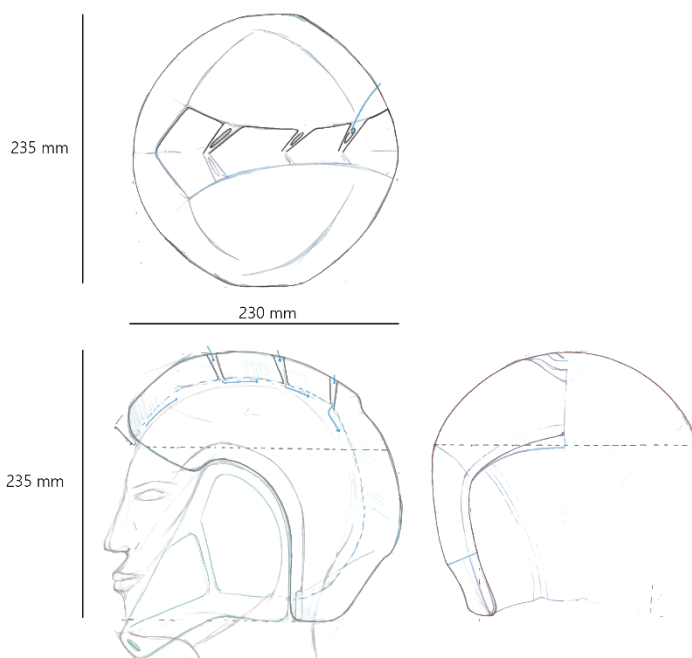


Ilustração 19: Dimensões camada de absorção de impacto - Capacete CMS

A camada interna do exemplo na Ilustração 19 é de um capacete integral e por isso esta divide-se entre a camada principal e as laterais de proteção. A espuma tem uma espessura constante de 30mm exceto nas saliências que criam microcanais que existem na parte interna para conduzir o fluxo de ar no interior do capacete que entra pelas aberturas existentes na zona central. De modo a ter uma perceção mais realista das dimensões do exemplo, a execução de uma mock-up em cartão com apenas 3 vistas ajudou a perceber a volumetria da camada interna.

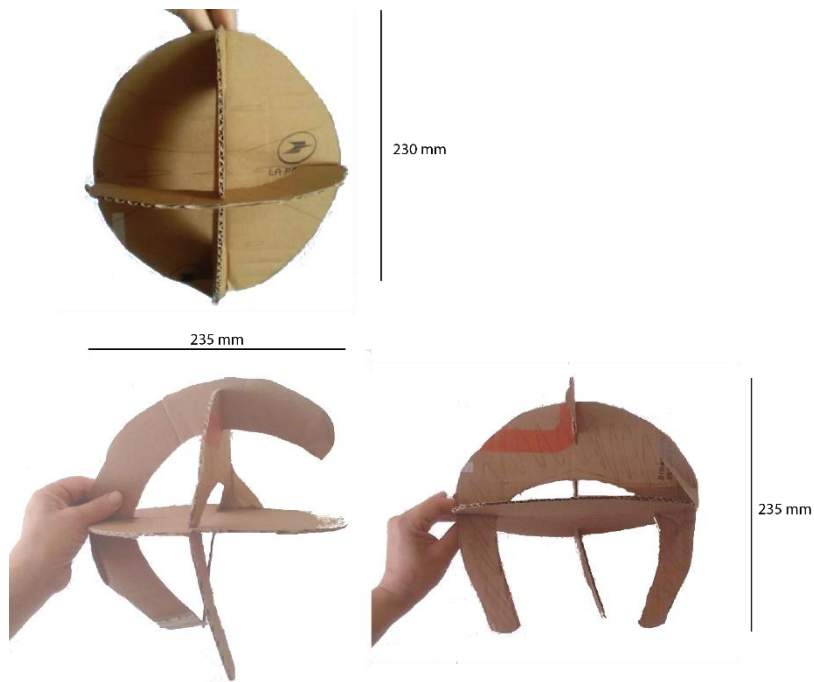
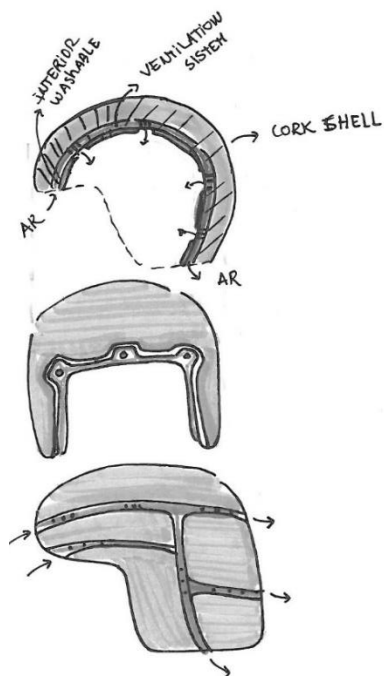
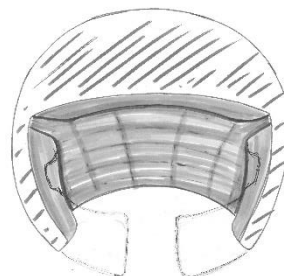


Figura 58: Mock-up em cartão

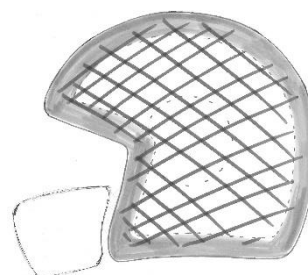
A solução de cortiça com uma espessura de 30mm tornar-se-ia bastante densa, por isso, parte-se de uma espessura de 10mm e posterior ajuste no caso os testes revelem ser necessário. Visto ser uma solução para ski e skydive a exigência em termos normativos não é tão elevada como nos capacetes de motociclismo, que tende a ser cada vez superior obrigando soluções com camadas de espuma maiores.



Esboço 1: Solução sistema de ventilação

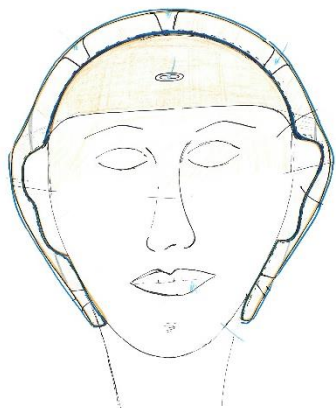


Esboço 2: Esquiço inicial do interior frente

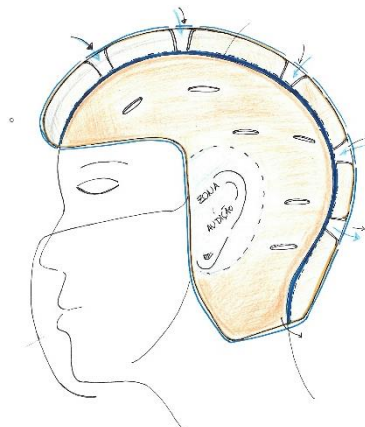


Esboço 3: Esquiço inicial do interior lateral

Os esboços iniciais são apenas de contextualização, numa segunda fase os esboços já incluem a figura humana e a ventilação. Com o auxílio dos desenhos e com base nas dimensões da concorrência foi elaborado um primeiro modelo CAD em solidworks.



Esboço 4: 2ª fase de desenho (frente)



Esboço 5: 2ª fase de desenho (lateral)



Figura 59: Modelo 1 (lateral)



Figura 60: Modelo 1 (frente)



Figura 61: Modelo 1 (topo)



Figura 62: Modelo 1 (corte)

O primeiro modelo CAD é inspirado nas dimensões da concorrência e nos primeiros esboços elaborados. A forma do capacete apenas acompanha a forma da cabeça humana na parte traseira como se pode verificar no corte, o que torna o modelo demasiado circular, não se adaptando aos crânios mais ovais.

O modelo sofreu alterações, com base no levantamento de medidas anatómicas até a obtenção de uma forma que se adapte da melhor forma às diferentes formas da cabeça humana e aumentar o conforto no uso do capacete. As dimensões estão pensadas para o tamanho XS (52-53cm)

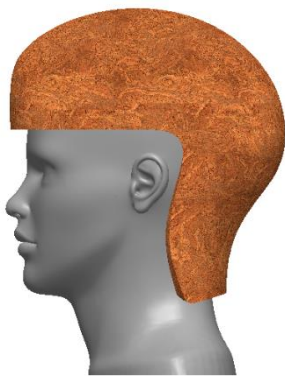


Figura 63:Modelo 2 (lateral)



Figura 64:Modelo 2 (frente)

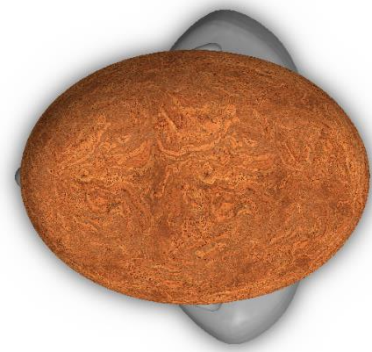


Figura 65:Modelo 2 (topo)

Com o auxílio de um modelo da cabeça humana à escala, o desenho da camada de absorção evolui-o até este modelo. Os dez centímetros de espessura permitem uma forma mais fluida, mas este modelo apresenta problemas: sobre dimensionamento da proteção traseira não permite ao utilizador movimentação livre da cabeça.

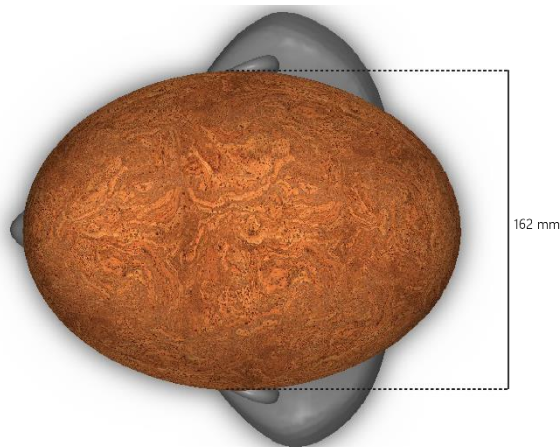


Figura 66:Modelo 3 (topo)



Figura 67: Modelo 3 (frente)

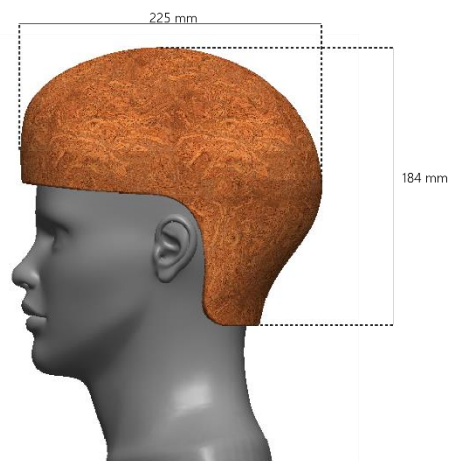


Figura 68: Modelo 3 (lateral)

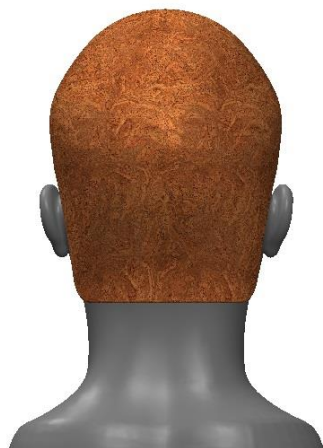


Figura 69: Modelo 3 (vista de trás)

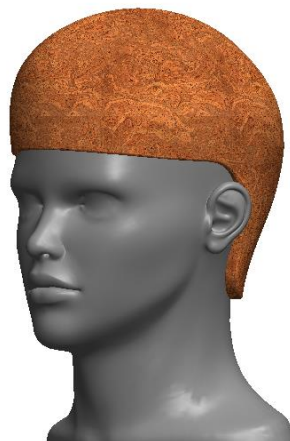


Figura 70: Modelo 3 (perspetiva)

A forma tornar o modelo maneável e conseguir uma maior conformação à cabeça do utilizador está descrita no seguinte desenho:

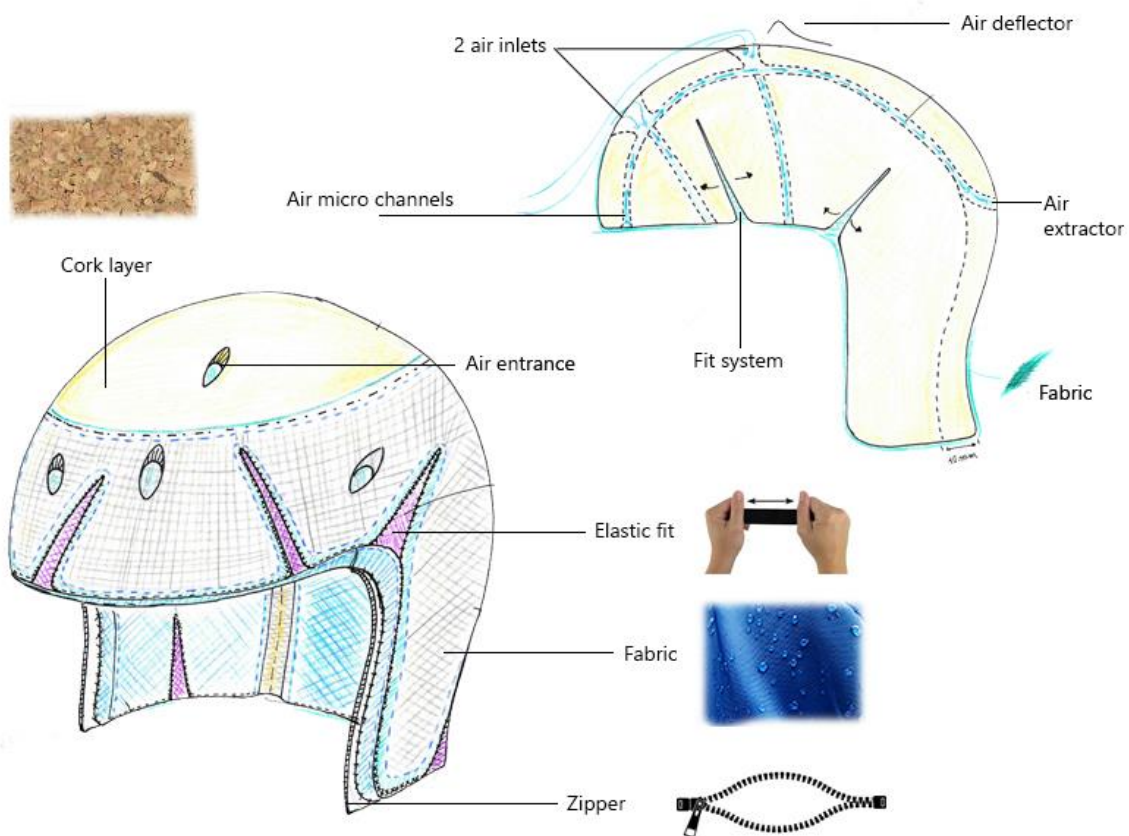


Ilustração 20: Desenho de detalhe cork layer

A Ilustração 20 demonstra em detalhe a proposta para a camada interna em cortiça, as duas entradas de ar e micro canais na parte interna da camada permite uma refrigeração constante da cabeça e a saída de ar permite um fluxo de ar constante. O sistema de ventilação combinado com o tecido tecnológico auto respirável permite um maior conforto e controlo de humidade e temperatura no interior do capacete. As aberturas no modelo combinadas com tecido elástico de alta resistência conferem à cork layer maneabilidade e permitem o crescimento para facilitar a

colocação do capacete e posterior conformação à cabeça do utilizador. O fecho zipper destina-se apenas ao modelo de ski e snowboard para possibilitar o acoplamento das abas laterais (pormenor detalhado no subcapítulo 8.2.2)

Teste de dimensões: protótipo inicial

Com o objetivo de testar a forma e dimensões do modelo foi elaborado um protótipo com folha de cortiça sem tratamento de 1.5mm manualmente.

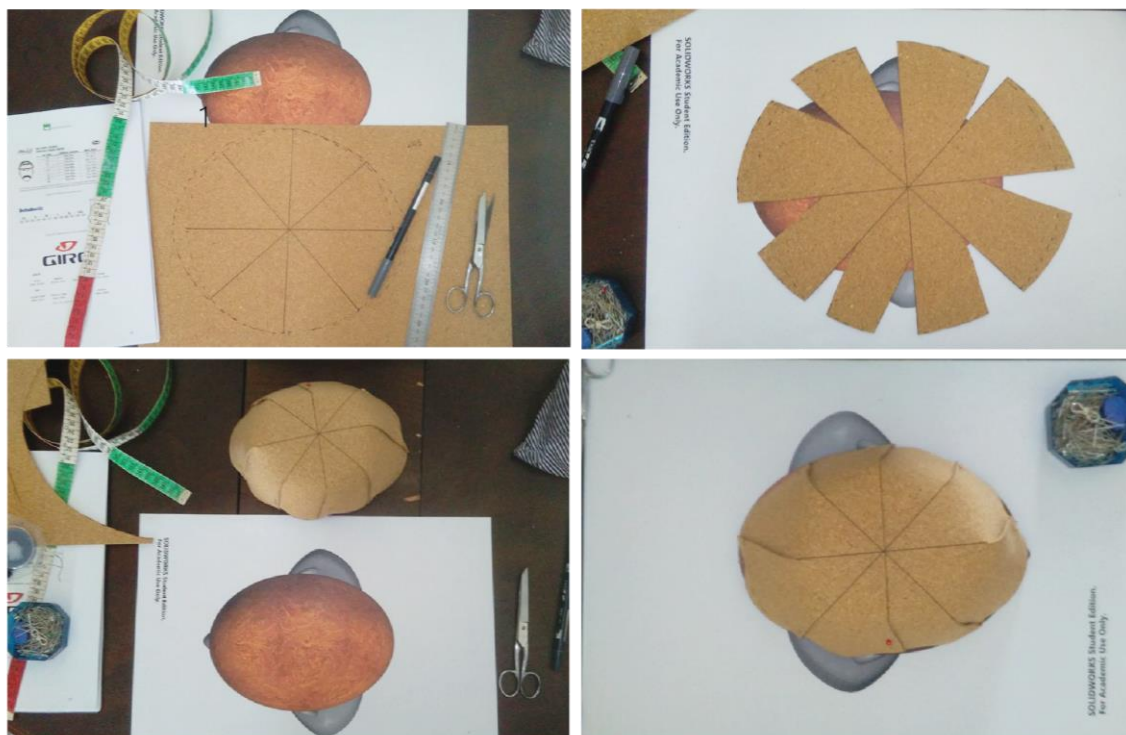


Figura 71: Desenvolvimento do protótipo cork layer

A execução do modelo partiu da medição e desenho da forma inicial baseada no tamanho XS, para facilitar a obtenção da forma foram executados rasgos e após a conformação da forma desejada foram retirados os excessos de material, como na imagem do canto superior direito, e posterior costura manual dos rasgos, à exceção dos rasgos onde se cozeu bandas de elástico.

A modelo usada para a documentação fotográfica é um XS, com diâmetro de 52cm. Como se pode verificar o protótipo adapta-se à forma da cabeça, por motivos de sensibilidade do material visto ser folha de cortiça não tratada e o elástico estar cozido diretamente na cortiça e não no tecido que irá revestir a cork layer o manuseamento do modelo teve de ser cuidado para não rasgar o modelo.



Figura 72: Modelo com protótipo da cork layer

Modelo: Fátima Pais

Tamanho do modelo: XS

Fotografia e edição: Filipa Silva

Como se pode verificar na figura acima, o protótipo com a ajuda das zonas elásticas adapta-se à cabeça da modelo mesmo com a condicionante do cabelo volumoso que foi um ponto a ter em questão no dimensionamento. A parte traseira da camada de cortiça permite liberdade de movimentos ao utilizador. A forma de como acoplar a camada de cortiça ao casco é um problema a ser resolvido na continuidade do desenvolvimento.

Validação do conceito

Durante o desenvolvimento do conceito de ski e skydive a cork layer sofreu alterações para melhor se adaptar ao capacete, por isso resultaram dois modelos diferentes.

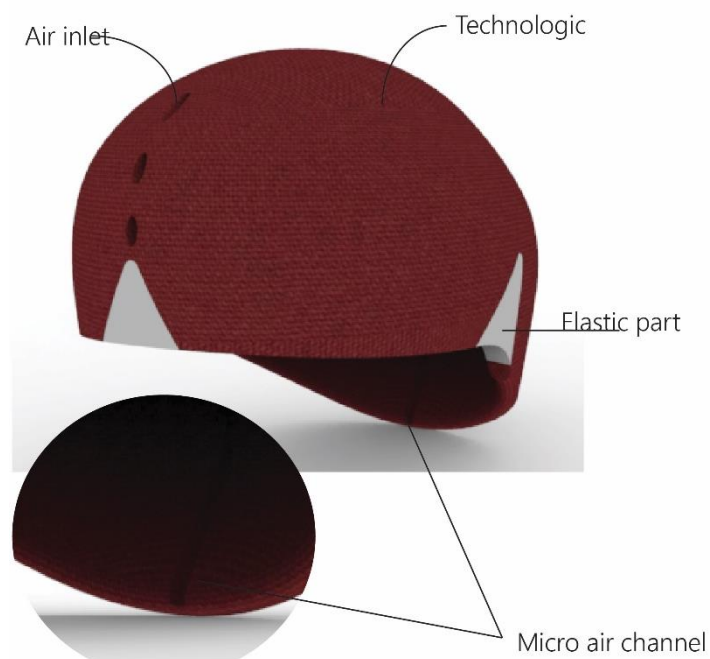


Ilustração 21: Cork layer - modelo ski

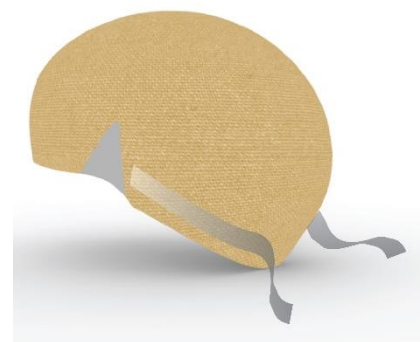


Ilustração 22: Fit system

O modelo de ski é mais pequeno visto que o conceito é modelo aberto com o sistema de fit, para melhor ajuste ao crânio do utilizador. As zonas elásticas permitem a fácil colocação e o sistema de ajuste com o auxílio das faixas saídas da cork layer criem mais ou menos folga de acordo com a escolha do utilizador. As faixas também permitem uma conexão não fixa entre a cork layer e o casco externo do capacete. Este sistema é igual nos dois modelos tal como as saídas de ar e o micro canal central para maior expansão do ar.

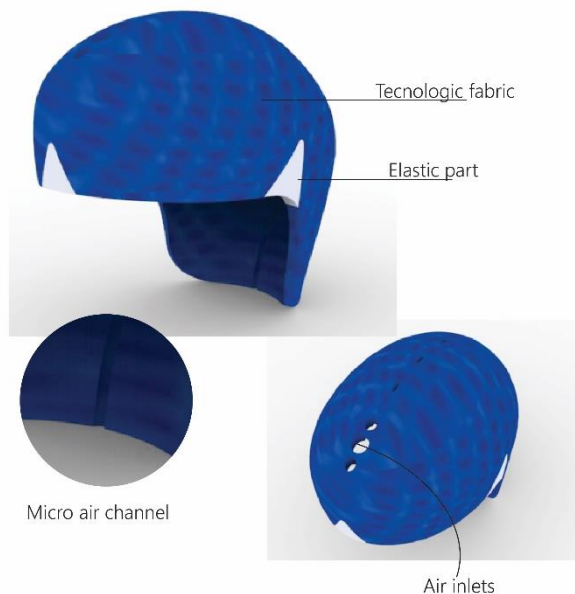


Ilustração 23: Cork layer - modelo de skydive

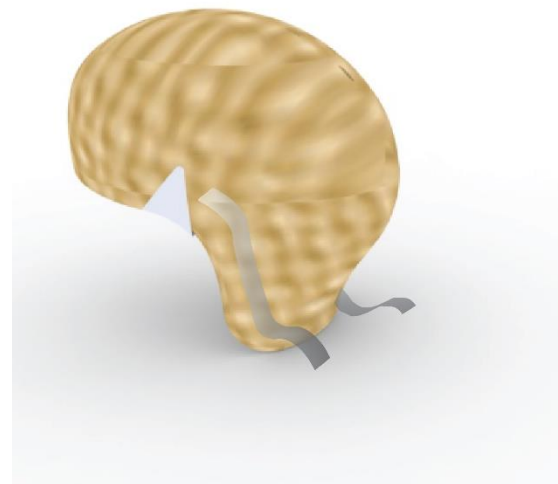


Ilustração 24: Fit system

Para validar os conceitos foram efetuados ensaios de esforço no *Solidworks* respeitando as duas principais normas: EN 1077 e ASTM F2040.

EN1077: queda de capacete com elemento representativo do crânio humano dentro a uma altura de 1.5 metros a uma velocidade de aproximadamente 23 m/s. Considerou-se o peso do crânio humano como 8kg para efeitos de teste.

Para calcular a energia de impacto, a massa é a soma do peso do crânio mais o peso da camada de absorção de impacto.

Cálculo da energia impacto ski

$$EI = m \cdot g \cdot h$$

$$EI = 8,174 \cdot 9,8 \cdot 1,5$$

$$EI = 120 \text{ Joules}$$

Cálculo da energia impacto sky

$$EI = m \cdot g \cdot h$$

$$EI = 8,193 \cdot 9,8 \cdot 1,5$$

$$EI = 121 \text{ Joules}$$

m= Massa (kg)

g = aceleração da gravidade (9,8m/s²)

h= altura de queda (m)

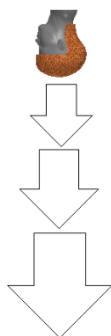


Ilustração 25: Exemplificação de teste EN 1077

ASTM F2040: Esta norma prevê a queda do provete a 2 metros de uma altura plana do chão em ambientes entre -28°C e 38°C e húmidos.

Cálculo da energia impacto ski

$$EI = m \cdot g \cdot h$$

$$EI = 0.173 \cdot 9,8 \cdot 2$$

$$EI = 3.4 \text{ Joules}$$

Cálculo da energia impacto sky

$$EI = m \cdot g \cdot h$$

$$EI = 0.193 \cdot 9,8 \cdot 2$$

$$EI = 3.78 \text{ Joules}$$

m= Massa (kg)

g = aceleração da gravidade (9,8m/s²)

h= altura de queda (m)

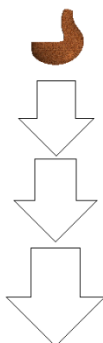


Ilustração 26: Exemplificação de teste ASTM 2040

Tabela 7: Materiais de teste

Cortiça de alta densidade	Poliestireno expandido
Densidade: 240 kg/m ³	Densidade: 53 kg/m ³
Preço: 2,01 - 10 EUR/kg	Preço: 1,94 EUR/kg
Tensile strenght: 2,5 MPa	Tensile strenght: 1,2 MPa
Yield strenght: 2,2 MPa	Yield strenght: 1 MPa
Compressive strenght: 2 MPa	Compressive strenght: 1 MPa

Tabela 8: Resultados de teste a modelo de ski (comparação entre cortiça e EPS)

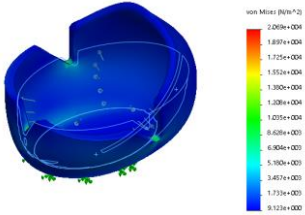
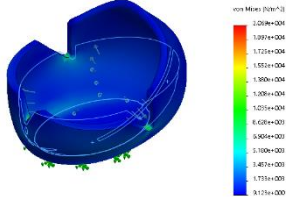
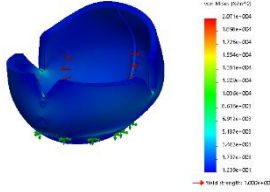
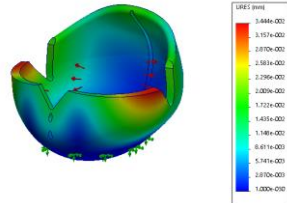
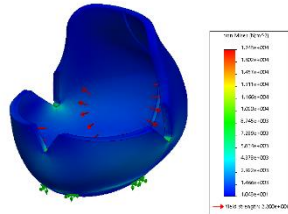
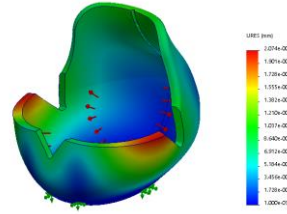
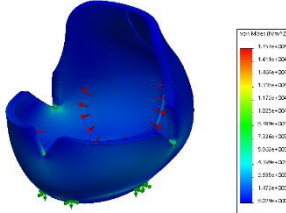
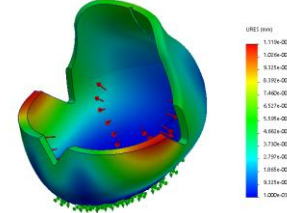
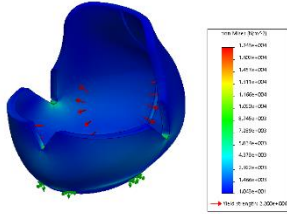
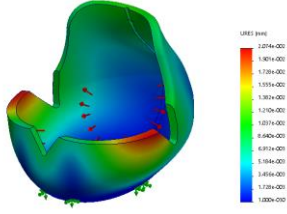
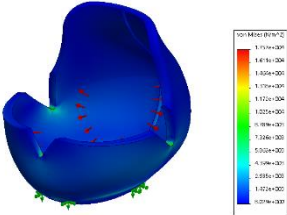
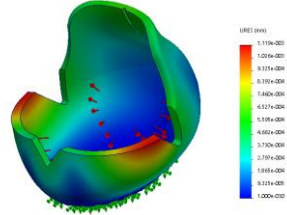
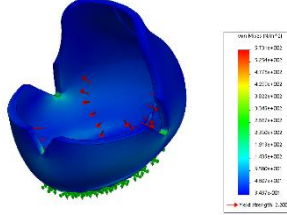
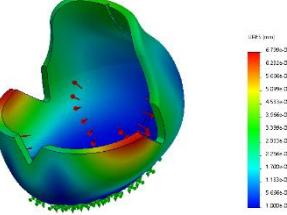
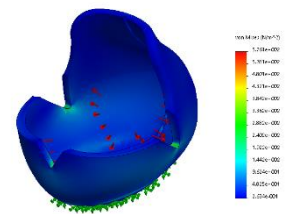
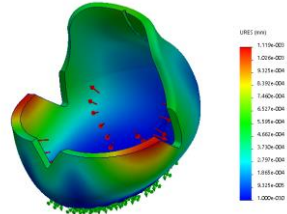
Peça / Teste	Material	Energia Impacto	Tensão máxima aplicada	Deslocamento
Cork layer ski EN1077	Cortiça alta densidade 2.2 e+006	120 J	2.069e+004 Fator de segurança: > 1	0.020 mm
				
Cork layer ski EN1077	EPS 1 e+005	120J	2.071 e+004 Fator de segurança: > 1	0.034 mm
				
Cork layer ski ASTM F2040	Cortiça alta densidade 2.2 e+006	3.5 J	5.986 e+002 Fator de segurança: > 1	0.0006 mm
				
Cork layer ski ASTM F2040	EPS 1 e+005	3.5 J	5.990 e+002 Fator de segurança: > 1	0.009 mm
				

Tabela 9: Resultados de teste a modelo de ski (comparação entre cortiça e EPS)

Peça / Teste	Material	Energia Impacto	Tensão máxima aplicada	Deslocamento
Cork layer skydiver EN1077	Cortiça alta densidade 2.2 e+006	121J	1.74 e+004	0.020 mm
				
Cork layer skydiver EN1077	EPS 1 e+005	121 J	1.75 e+004	0.034 mm
				
Cork layer Skydiver ASTM F2040	Cortiça alta densidade 2.2 e+006	4 J	5.731 e+002	0.0006 mm
				
Cork layer Skydiver ASTM F2040	EPS 1 e+005	4 J	5.761 e+002	0.001 mm
				

Os modelos não apresentam deformações significativas quando sujeitos às energias de impacto previstas pelas normas e quando comparado com a espuma de polistireno, habitualmente usada nesta aplicação, tem resultados bastante próximos. A realização apenas deste teste não valida a 100% a proposta de design, devem ser realizados testes mais aprofundados. A proposta de design segundo *Technology Readiness Level* um instrumento de medição do nível de evolução do desenvolvimento de uma nova tecnologia, encontra-se no nível 4 TRL4: component and/or breadboard validation in laboratory environment, ou seja, fase de testes laboratoriais de validação.

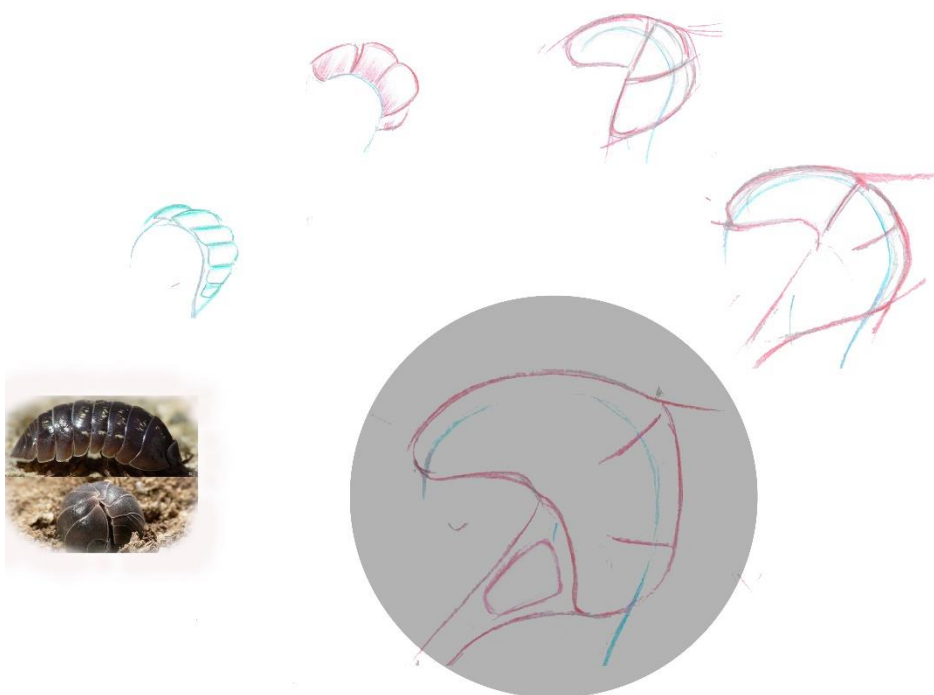
8.2.2. Desenvolvimento solução ski / snowboard

O modelo para ski/ snowboard deve respeitar as características comuns a esta tipologia de capacete:

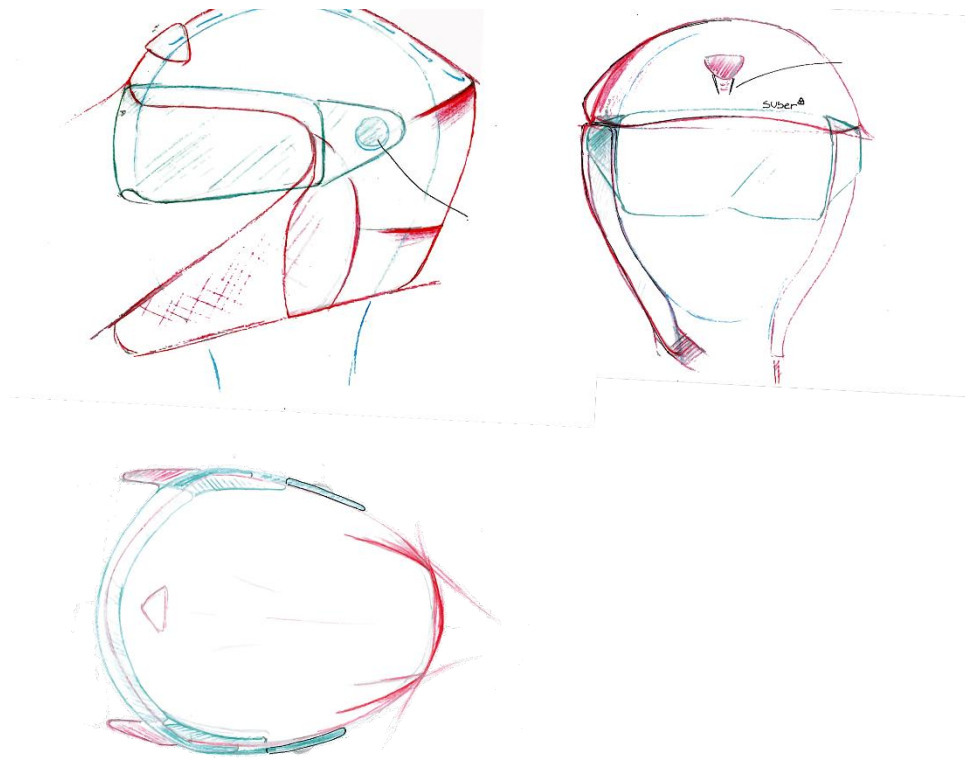
- Preocupações térmicas;
- Ventilação;
- Modelo aberto com proteção lateral;
- Suporte para googles;

O desenvolvimento de esboços teve início na referência à natureza resultado da pesquisa elaborada no Quadro 4 e deu origem a um rascunho inicial que foi trabalhado e melhorado até chegar ao conceito final.

Nature inspiration

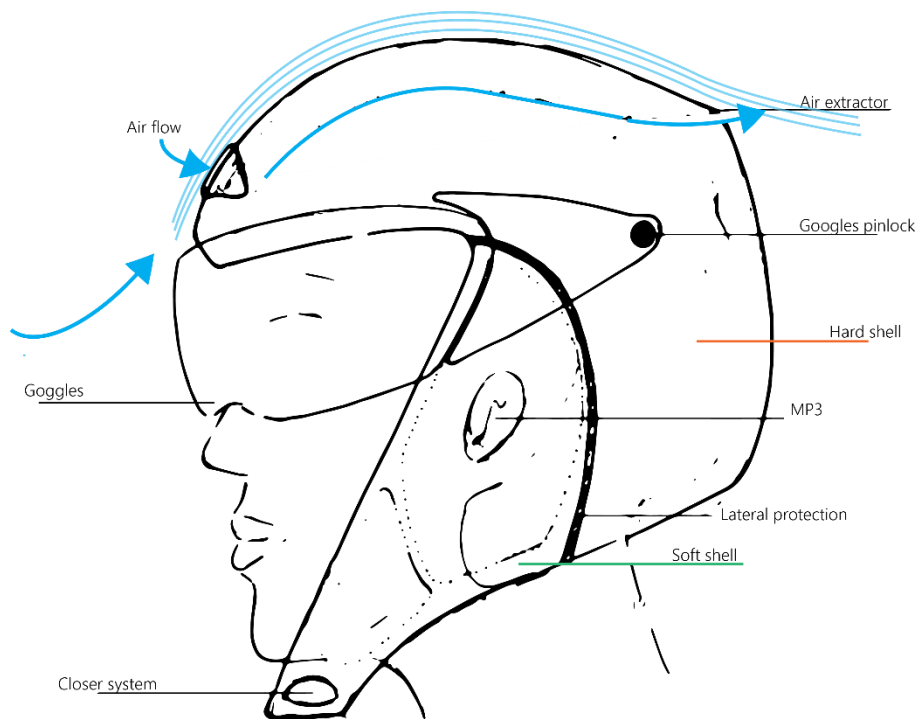


Esboço 6: Inspiração na natureza: estudo de forma

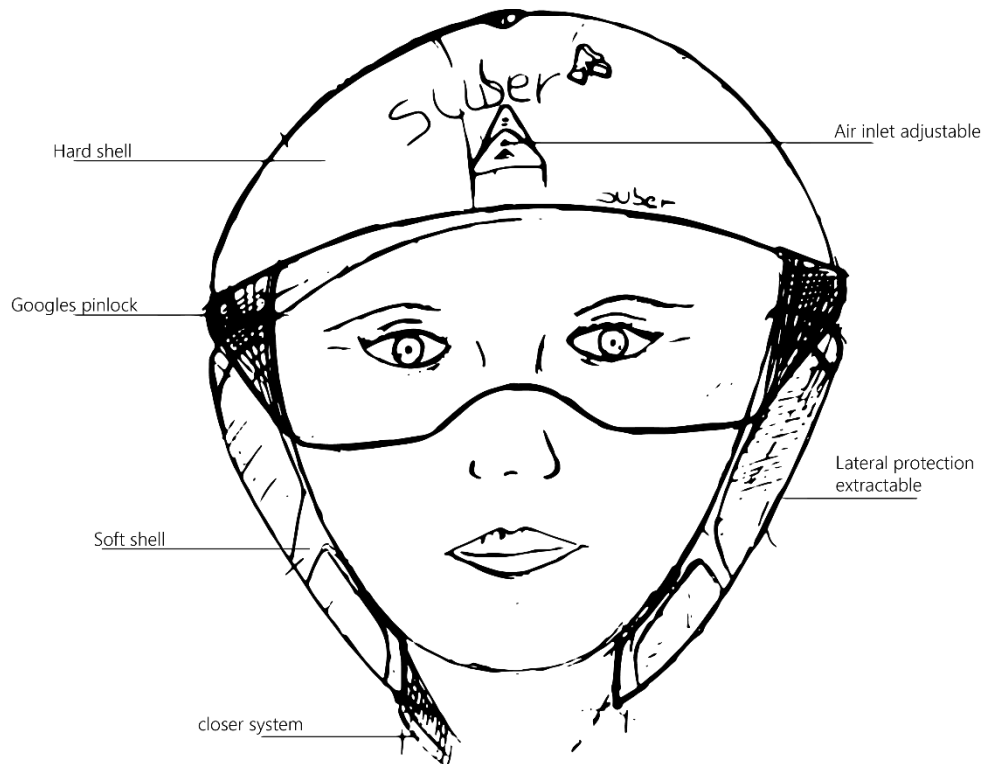


Esboço 7: Estudo da evolução da forma

A segunda fase de desenho relaciona o esboço inicial à figura humana e já apresenta preocupações com fluxo de ar no interior do capacete, suporte para googles, sistema de fecho e integração de sistema de comunicação sem fios ao capacete.

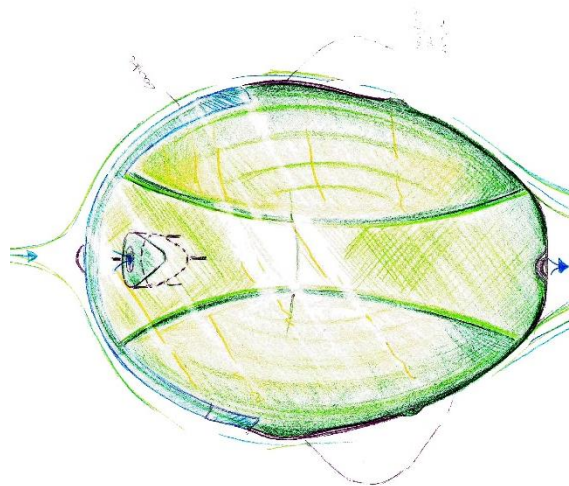


Esboço 8: Detalhe da evolução da forma (lateral)

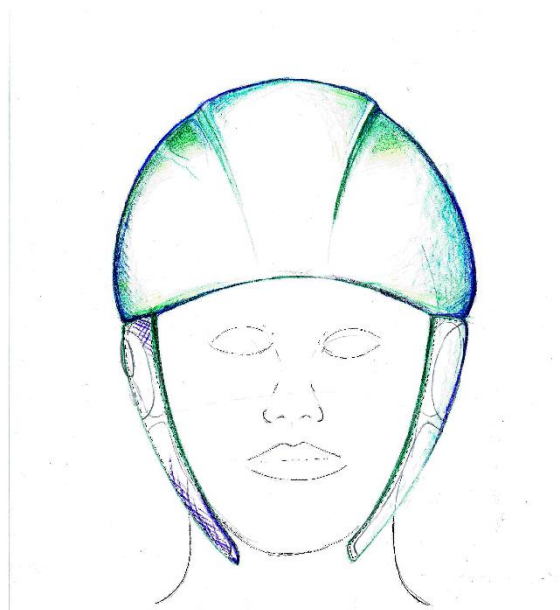


Esboço 9: Detalhe da evolução da forma (frente)

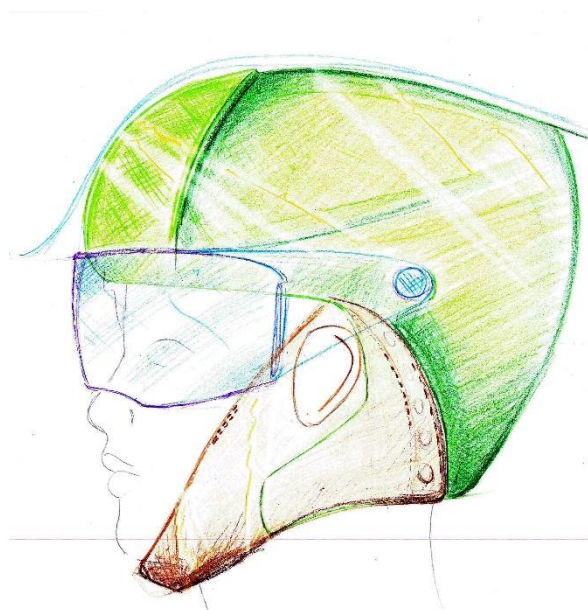
O desenho de detalhe manual é um passo importante antes de partir para a modelação pois ajuda a ter uma percepção mais realista do conceito e das suas componentes. O desenho das principais vistas do produto com estudo de cor confere uma perspetiva a 3 dimensões mais próxima do que será o conceito final.



Esboço 10: Vista de topo



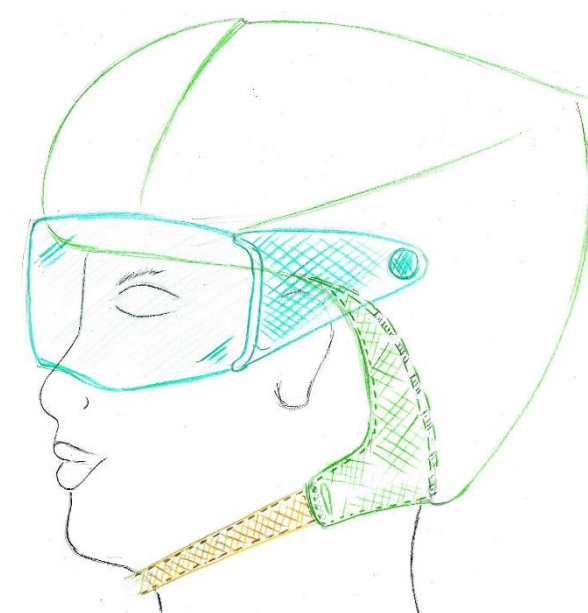
Esboço 11: Vista de frente



Esboço 12: Vista lateral



Esboço 13: Vista de trás



Esboço 14: Vista lateral sem abas

Na sequência do desenvolvimento do capacete foram sendo feitas alterações e surgem novas soluções, por exemplo, o facto das abas laterais saírem para uso em épocas mais quentes obrigou a acrescentar à cork layer um fecho zipper em cada lado para acoplamento das abas. Apesar do primeiro elemento a pensar tenha sido a camada de cortiça o desenho das soluções foi simultâneo, como tal os primeiros esboços da marca surgem nesta fase.

Os desenhos de detalhe encontram-se em Anexo 2.



Ilustração 27: Sequência da colocação do capacete

Análise de falhas de conceito

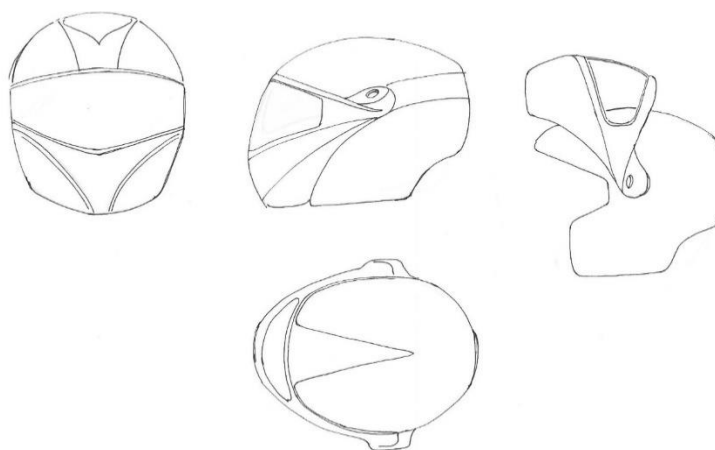
Antes de iniciar o modelo CAD a análise de falhas do conceito ajuda a precaver e resolver falhas conceptuais na solução apresentada.

- Solução de entrada de ar pouco detalhada;
- Falta de solucionamento para segundo fecho (na solução de inverno)
- Falta de detalhe de acoplamento entre aba lateral e camada interna;
- Detalhe de interação entre abas laterais e sistema de comunicação sem fios;

8.2.3. Desenvolvimento solução de skydive / free flight

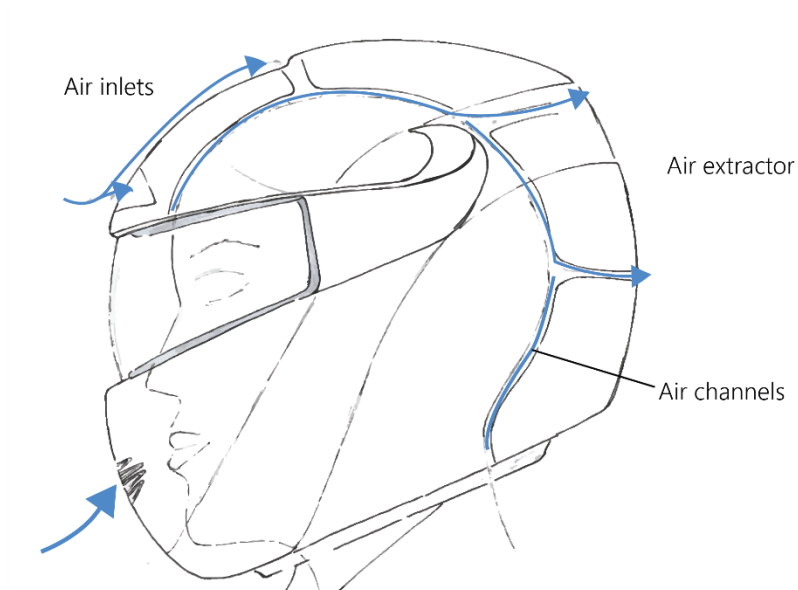
No desenvolvimento do conceito destinado a skydive existem preocupações que se deve ter em consideração:

- Preocupações térmicas;
- Ventilação;
- Questões de aerodinâmica;
- Suporte para go-pro;

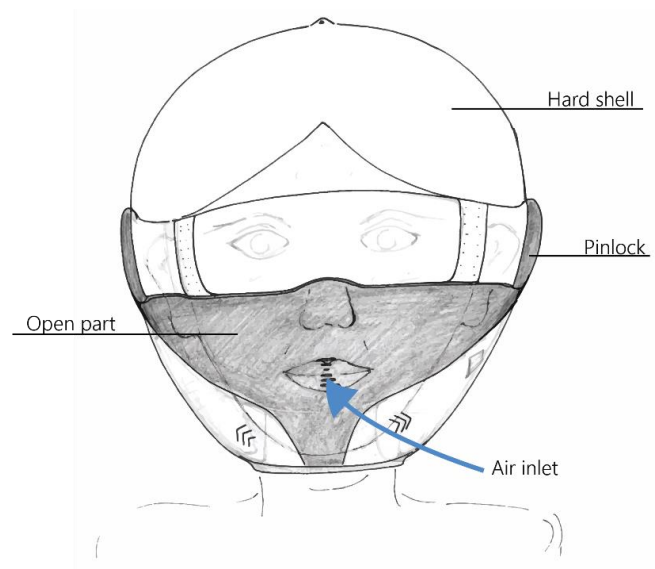


Esboço 15: Esquício inicial conceito skydive

Para uma maior proteção a solução de capacete fechado, mas com a abertura da parte inferior para facilitar extração do capacete. O esboço inicial precisa de ser trabalhado para chegar a um conceito que respeite uma linha condutora que facilite a associação à marca.

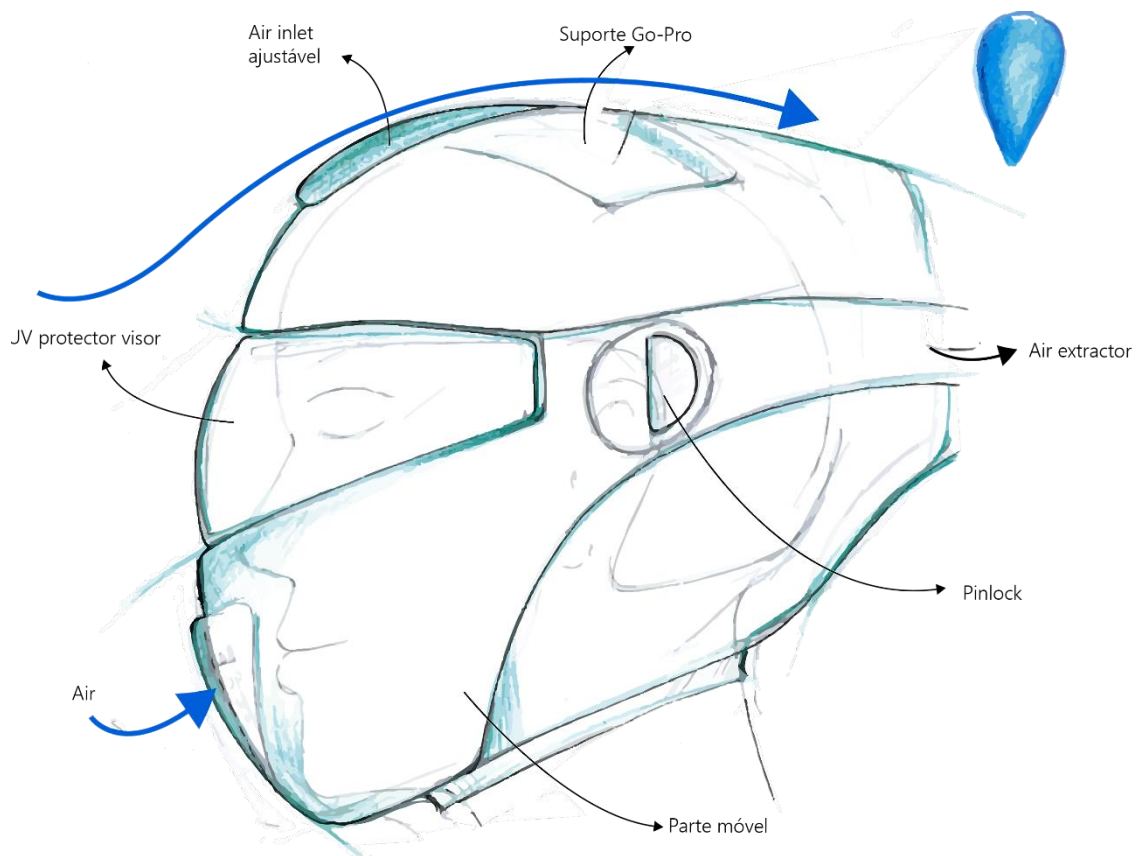


Esboço 16: Desenho de estudo de forma (lateral)



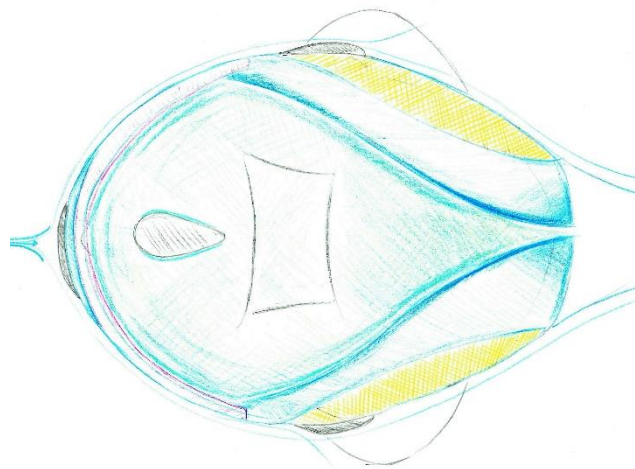
Esboço 17: Desenho de estudo de forma (frente)

A preocupação com o sistema de ventilação dentro do capacete e a relação com a figura humana já aparece na segunda fase de desenhos, tal como a identificação das partes funcionais. O desenho apresenta problemas, principalmente a proporção do espaço para o pescoço com o resto o que torna impossível a entrada da cabeça no capacete num espaço tão pequeno. Além disso, o desenho do capacete ainda não se identifica com a solução de ski nesta fase e necessita de maior detalhe.

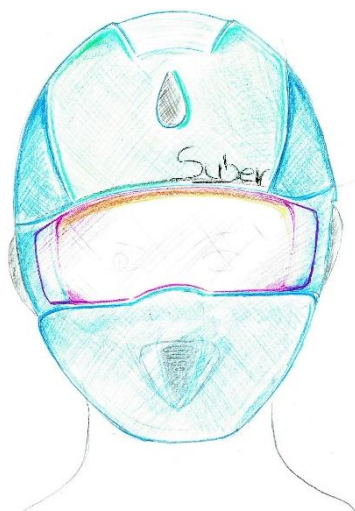


Esboço 18: Detalhe da forma

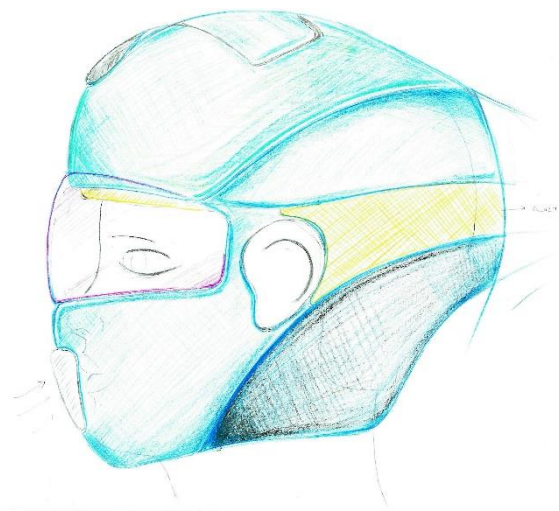
A evolução do desenho e o detalhe de componentes ajuda na percepção do conceito, no Esboço 1 existe um maior detalhe da forma e uma aproximação a uma solução long tail, habitual em capacetes para esta modalidade, confere ao conceito uma maior aerodinâmica. A redução da saliência do pinlock cria menos atrito com o vento e torna a solução mais fluída. As duas entradas de ar ajustáveis permitem a regulação da ventilação no interior do capacete com um extrator na parte traseira para criar um fluxo contínuo de ar dentro do capacete. A parte móvel destranca e roda sobre o eixo do pinlock para permitir uma fácil extração do capacete.



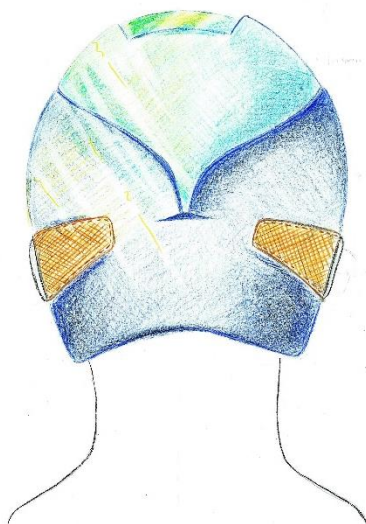
Esboço 19: Vista de topo



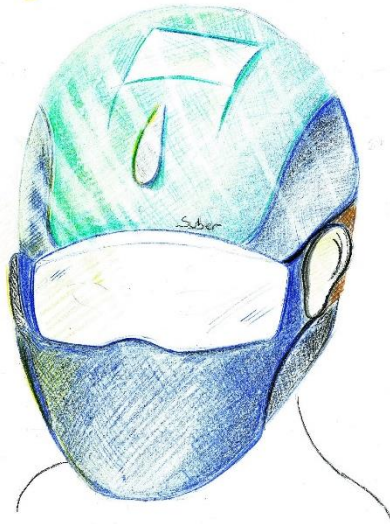
Esboço 20: Vista de frente



Esboço 21: Vista lateral



Esboço 22: Vista de trás



Esboço 23: Perspetiva



Esboço 24: Exemplo de abertura da parte móvel

O conceito fechado além da cork layer leva uma banda de cortiça de mesma espessura na zona da queixeira (parte móvel) para absorção de impacto. Os desenhos demonstram a caracterização geral do conceito e como funciona. Os desenhos de detalhe encontram-se em Anexo 2.

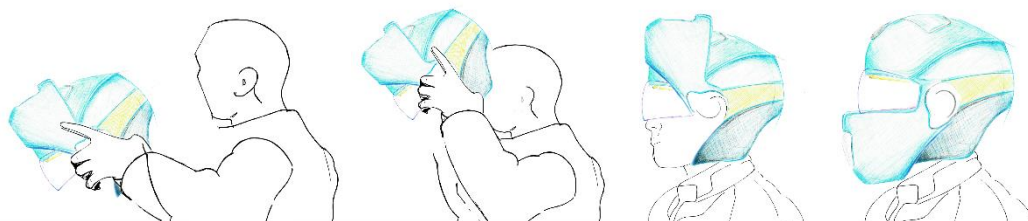


Ilustração 28: Sequência de colocação do capacete

Análise de falhas de conceito

Antes de iniciar o modelo CAD a análise de falhas do conceito ajuda a precaver e resolver falhas conceituais na solução apresentada.

- Falta de detalhe no ajuste de entrada de ar;
- Sistema de charneira e travão pouco detalhado;
- Parte inferior deve ser maior que a inferior para facilitar a abertura;
- Alojamento do visor ao casco;
- Falta de detalhe no suporte para go-pro;
- Possível acoplamento de localizador gps;

8.3.Desenvolvimento de produto: desenho 3D

8.3.1. Rendering e detalhes

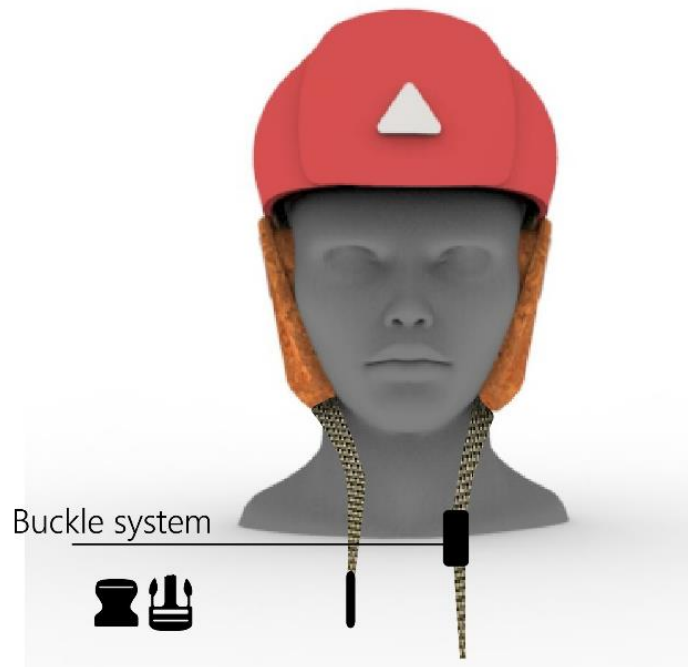


Figura 73: Sistema de fecho capacete



Figura 74: Perspetiva de capacete ski/ snowboard

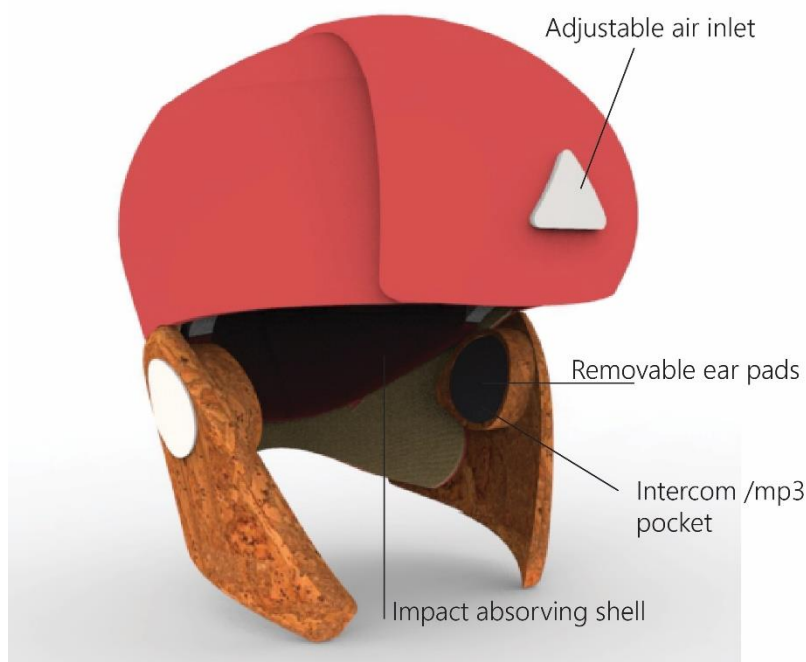


Figura 75: Capacete de ski e detalhes

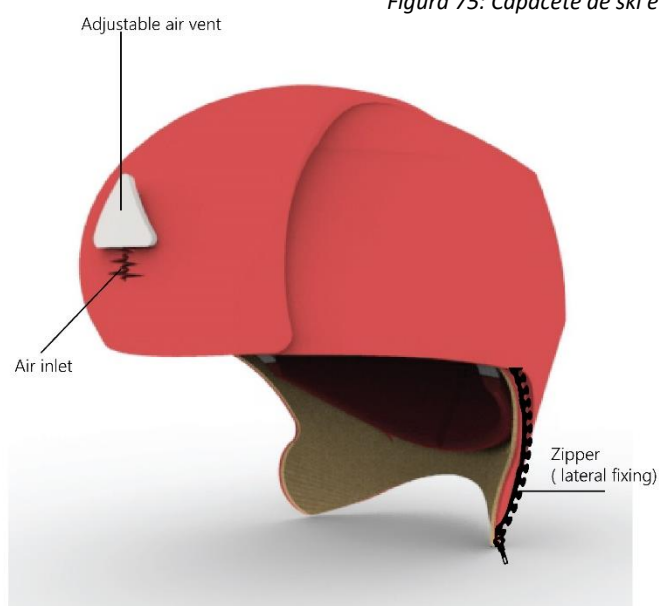


Figura 76: Detalhes e sistema de conexão das abas laterais (zipper)



Figura 77: Perspetiva sem abas laterais de proteção

A entrada de ar é ajustável conforme o nível de ar que o utilizador preferir e as proteções de ouvido podem ser retiradas para ser colocado o sistema de comunicação sem fios e mp3 que existem no mercado. O sistema de conexão entre as abas laterais e o casco é feito por um zipper e permite ao utilizador retirar-las em épocas mais quentes e substituir por um segundo buckle system. As abas laterais aumentam o nível de proteção pois contêm no seu interior uma camada de cortiça que ajuda absorver o impacto revestido em pele de cortiça. O modelo pesa cerca de 580 gramas, valor que não está fora dos modelos de mercado.

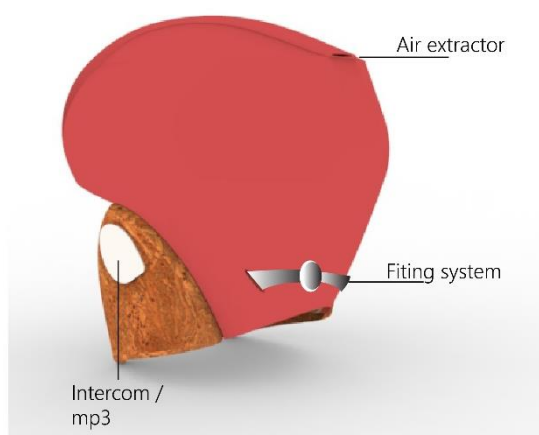


Figura 78: Sistema de comunicação sem fios



Figura 79: Vista de frente

O fitting system é baseado nos existentes no mercado e consiste e duas faixas conectadas à camada interna e a um regulador na parte externa do capacete onde o utilizador aumentar ou diminuir a folga. Esta solução além de acoplar sem fixar a camada de absorção ao casco externo permite uma melhor adaptação à fisionomia de cada utilizador. Esta solução é válida nos dois modelos.



Figura 80: Render capacete de ski / snowboard

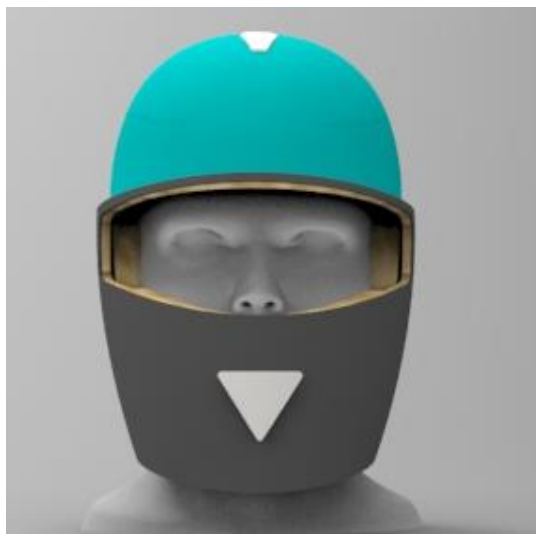


Figura 81: Vista de frente capacete skydive



Figura 82: Perspetivo capacete de skydive

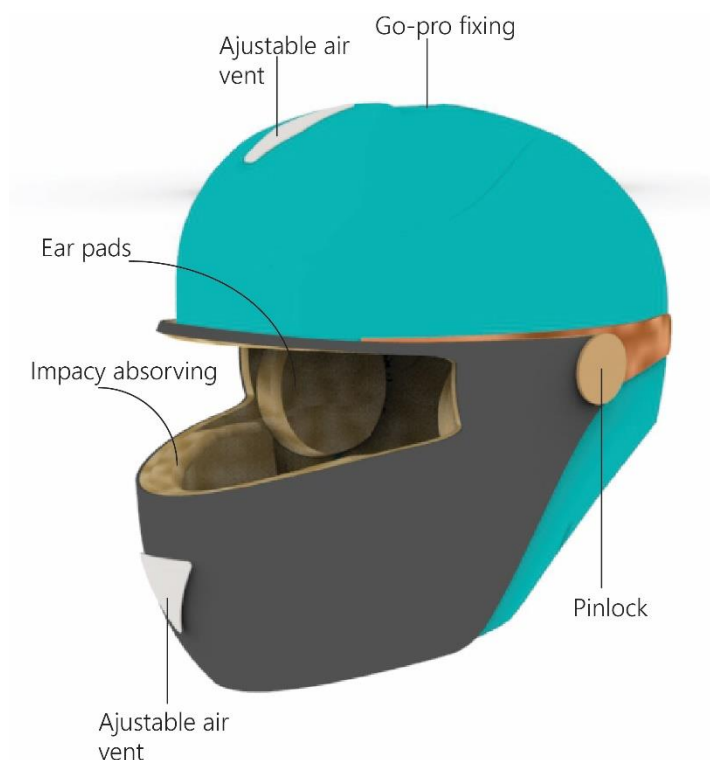


Figura 83: Capacete de skydive e detalhes

O modelo de skydive é fechado e contém duas entradas de ar, uma superior e uma inferior ambas ajustáveis. O pinlock permite fixar a parte móvel quando o capacete está fechado e no seu interior além da camada de absorção de impacto tem uma faixa de cortiça no interior da zona da queixeira para reforçar a proteção em caso de impacto. O interior é revestido em tecido tecnológico que potencializa a ventilação e absorção da humidade para um maior conforto. A zona de apoio para a go-pro é uma reentrância reta que facilita a fixação da go-pro sendo uma face plana. A go-pro e o sistema de fixação existem no mercado e são vendidos em separado. Este modelo pesa cerca de 900 gramas valor que se enquadra nos modelos de capacete fechado no mercado.

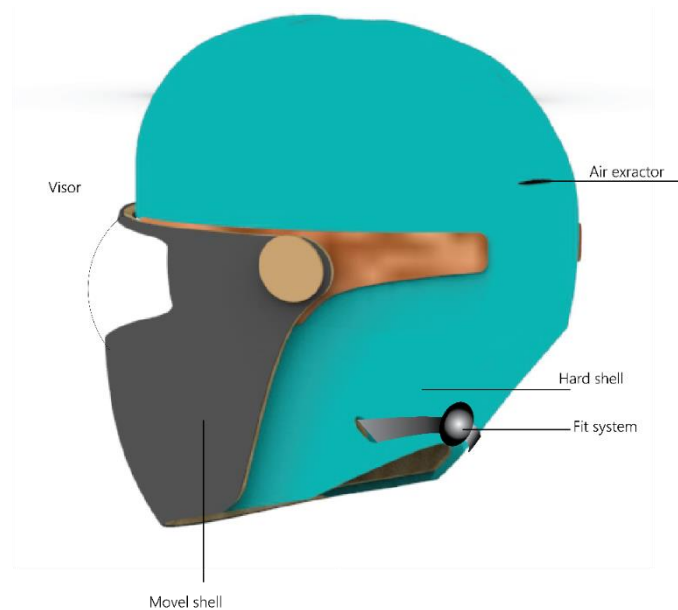


Figura 84: Capacete de skydive e detalhes

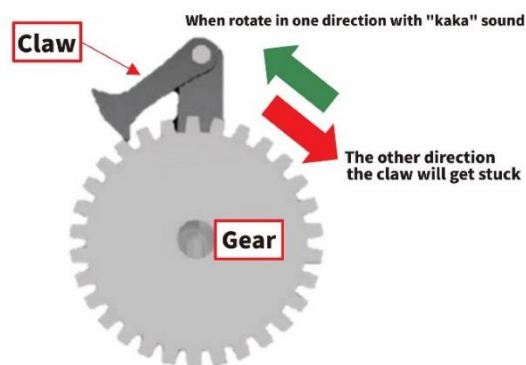
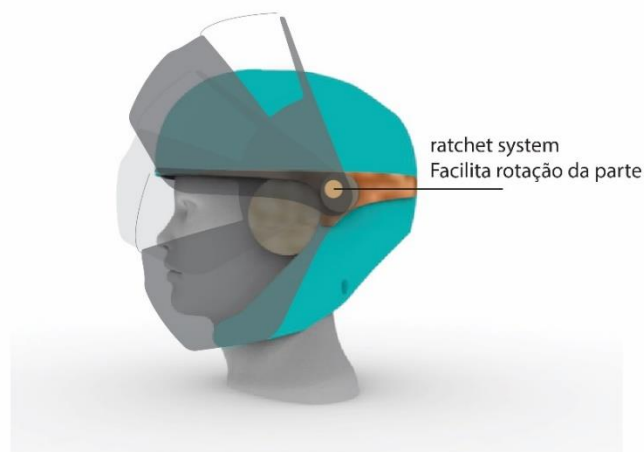


Figura 85: Sistema de abertura skydive

A parte móvel abre e fecha para facilitar a colocação do capacete e é realizada com um sistema de rotação com travão que permite fixar a parte movel em diversas posições. O movimento é realizado pelo utilizar ao rodar o pinlock com uma mão e subir/descer a parte móvel com a outra.

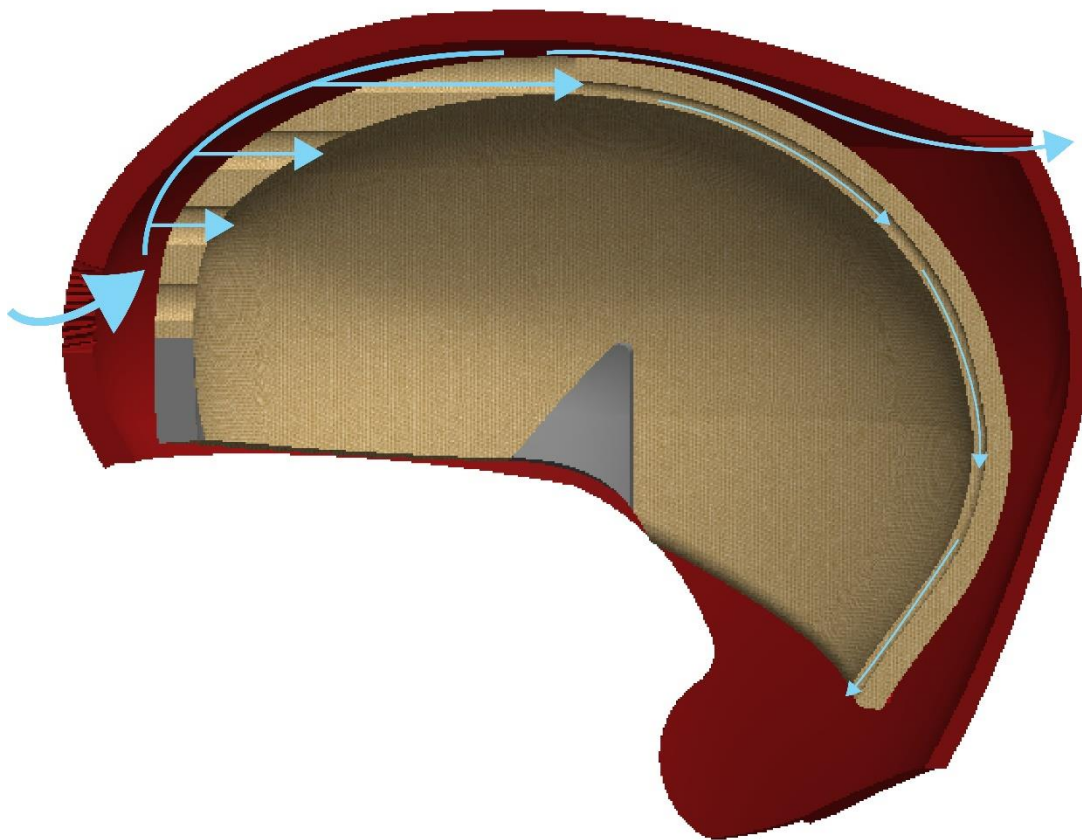


Figura 86: Sistema de ventilação dos capacetes

O sistema de ventilação é igual nos dois modelos e foca-se na entrada do ar a parte frontal do capacete e expansão até à cabeça do utilizador através das aberturas e micro canal na camada de absorção de impacto. A combinação entre a geometria do casco e a saída de ar permite um fluxo de ar fresco constante dentro do capacete sem destabilizar.

8.3.2. Proposta de materiais e processos

Para facilitar a seleção de materiais e processos é feita a divisão do produto em partes funcionais: casco externo, camada de absorção de impacto e revestimento têxtil.

Casco externo (hard shell)

Após um levantamento de possibilidades como demonstrado no subcapítulo 8.2 Figura 48 foi elaborada uma análise com auxílio do programa de seleção de materiais CesEdupack (versão 2014) com os seguintes parâmetros de seleção:

- Alta resistência ao impacto
- Baixo nível de poluição
- Baixa densidade
- Inovador

Como a procura baseia-se num material inovador a aplicação de um filtro para apenas materiais compósitos, com duas variáveis: pegada ecológica (emissão de CO_2) e resistência ao impacto resultou no Gráfico 20.

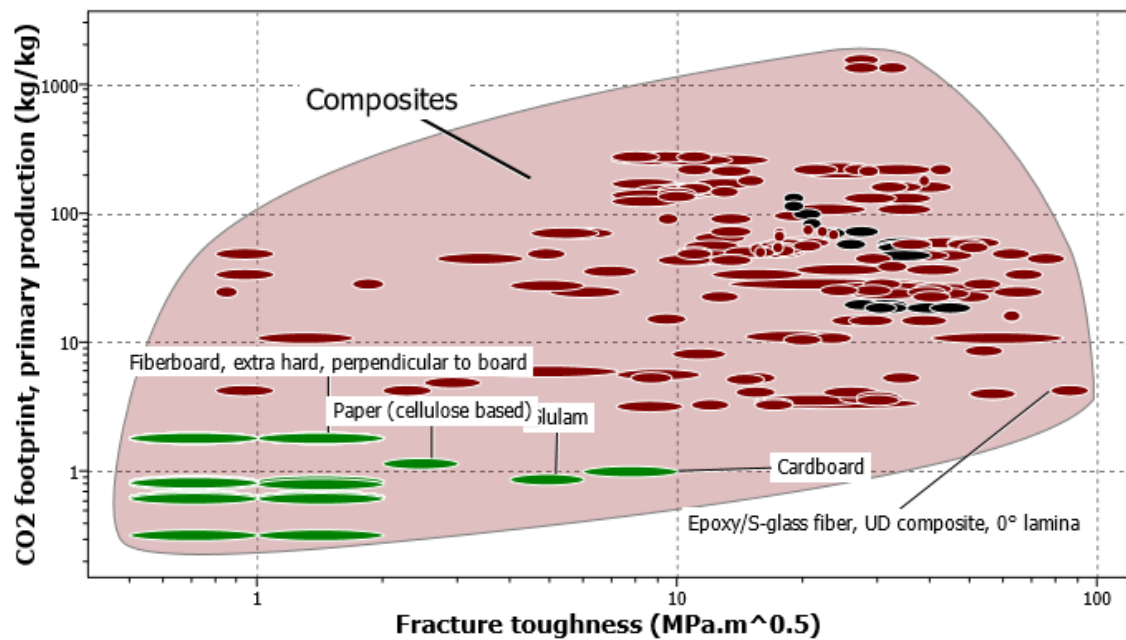


Gráfico 20: comparação entre pegada ecológica e resistência ao impacto compósitos (CesEduPack 2014)

O material *epoxy/S-glass fiber* é um compósito com matriz termoendurecível devido à resina epoxy e enchimento de fibra de vidro (em maior percentagem) apresenta uma excelente relação entre a emissão de CO₂ e a resistência ao impacto. O processo deste material é idêntico às outras fibras pela adição de camadas de resina alternada com a fibra em molde aberto até à obtenção da forma desejada. Apesar de ser um material mais caro (14€/kg) comporta-se melhor quando sujeito a esforços de impacto e tem valores de densidade próximos os plásticos usados normalmente: ABS e policarbonato.

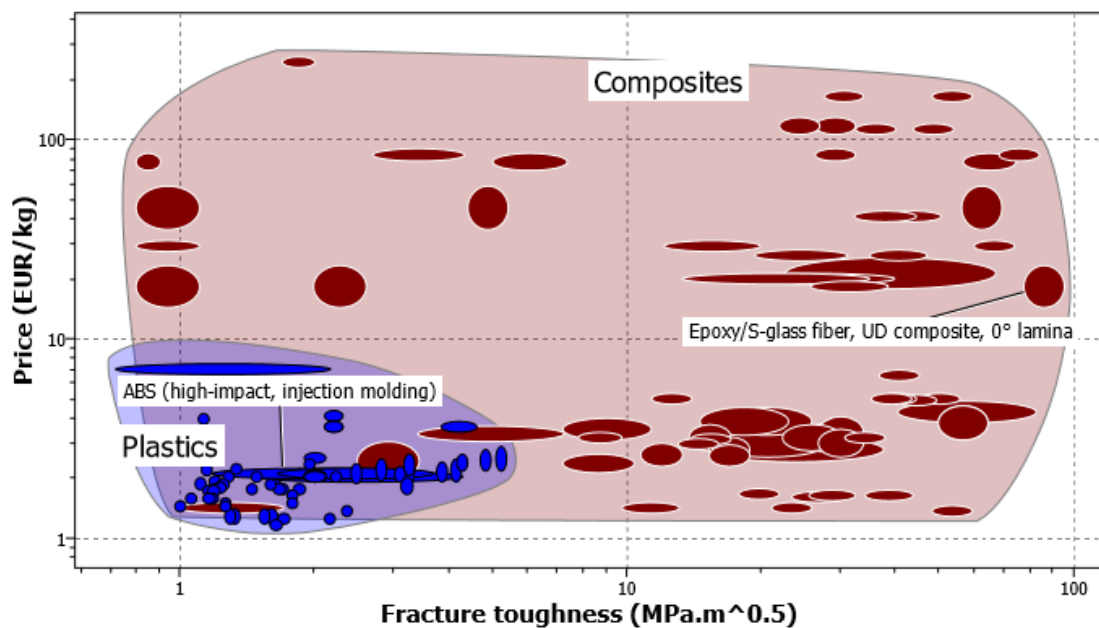


Gráfico 21: comparação entre preço e resistência ao impacto (CesEduPack 2014)

Ao verificar o gráfico acima pode-se observar que a proporção da distância entre a resistência ao impacto entre o ABS e o compósito epoxy/ S-glass fiber é bastante superior à diferença de preço, o que justifica a escolha do compósito. Para responder às necessidades do mercado e rentabilizar as vendas uma opção a explorar é a existência de 2 modelos para cada conceito - ski e skydive com uma opção de baixo custo com o casco em ABS e sem gadgets (sistema de comunicação e localizador gps) e um modelo com maior custo com o casco em material compósito e os gadgets incluídos.

Camada de absorção de impacto (cork layer)

O elemento diferenciador dos produtos é a camada de absorção de impacto em cortiça, logo o material proposto já está justificado. O capítulo 4 e capítulo 5 justificam a escolha da cortiça e as suas vantagens. Uma solução de processo de fabrico é a maquinação de um bloco de cortiça até a obtenção da forma desejada e posterior costura do revestimento têxtil ou a junção de camadas finas de cortiça até obter a forma final.

Revestimento têxtil

Um detalhe que associa os dois modelos de capacete e a imagem da marca é um pormenor exterior em cortiça em que propõe o uso de pele de cortiça ou o têxtil cork-a-tex, uma junção entre algodão e cortiça portuguesa.

Para o revestimento interno do capacete, zona em contacto com o utilizador a solução mais adequada é o uso de um tecido tecnológico com capacidade de absorver a humidade e controlar a temperatura, como os conhecidos tecidos respiráveis como o exemplo do dryclim.

9. Apresentação de produto: proposta de identidade da marca

A imagem das principais marcas de capacetes de ski e snowboard apresentam uma linguagem muito parecida, concentra-se no nome da marca com letra própria e pouca simbologia. O posicionamento do logotipo no capacete centra-se na lateral do capacete com um destaque.

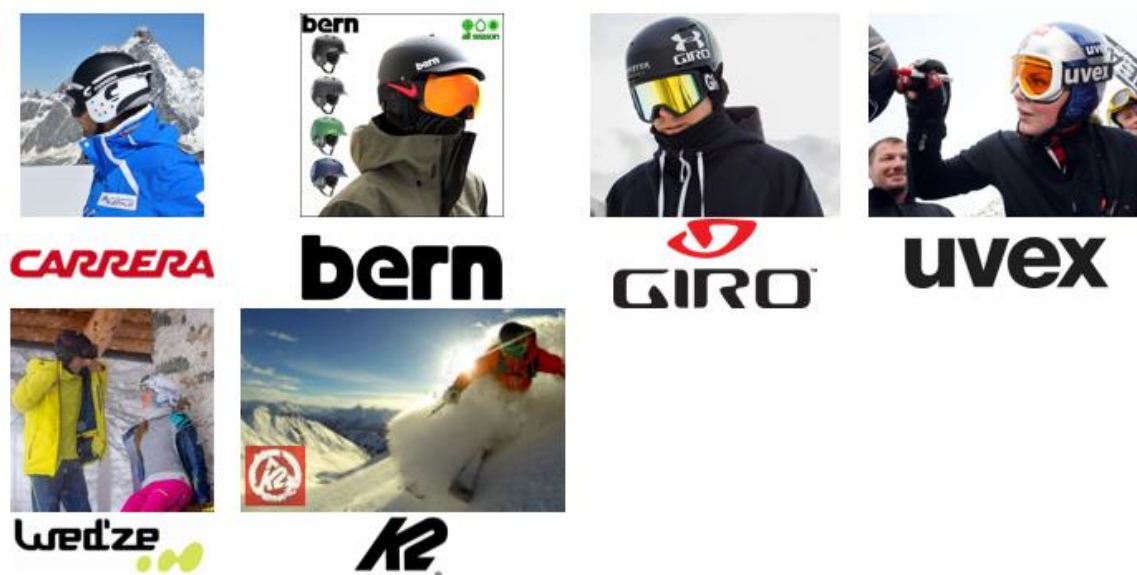


Figura 87: Imagem das principais marcas de concorrência

As marcas de capacetes de skydive, contrariamente às de ski, são muito díspares na linguagem e não existe um fio condutor, quer em termos de letra e simbologia. Apesar que em termos de cor, o uso de preto e vermelho é quase unânime em todas as marcas.



Figura 88: Imagens das principais marcas da concorrência (2)

A proposta de identidade da marca surgiu ao longo do desenvolvimento de produto, sem esquecer os objetivos iniciais:

- Utilização do design como elemento valorizador da performance do material;
- Apelo ao uso de materiais naturais e amigos do ambiente – eco-design
- Exploração do design de produto na definição de aspetos formais / técnicos do produto e na criação de uma imagem / linguagem formal apropriada para o capacete de cortiça e possíveis acessórios.

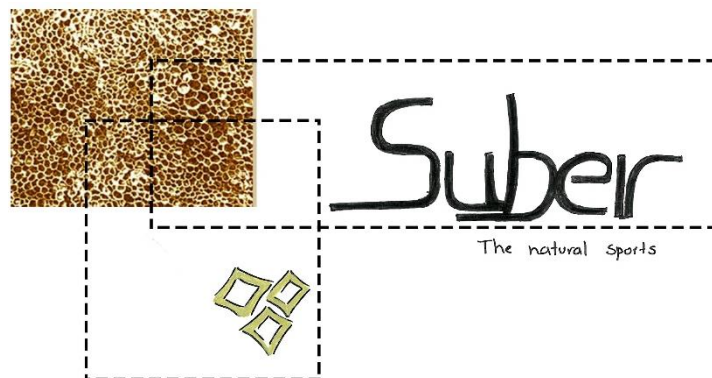


Ilustração 29: Origem da proposta de marca

A marca Suber surge do nome científico do sobreiro - *Quercus suber*. L- e é uma forma de criar uma relação com cortiça sem usar o termo cortiça no nome e como se pode observar na análise dos logotipos da concorrência são nomes curtos e que marcam, como o caso de suber.

A relação entre o nome e a natureza está em harmonia com o design ecológico na escolha de materiais amigos do ambiente no seu desenvolvimento.

O desenho que acompanha o logo é um pormenor vetorizado da imagem microscópica da cortiça que se identifica com favos de mel, que tem uma estrutura molecular parecida com a cortiça e remota para uma linguagem ecológica.



Ilustração 30: Proposta de marca - estudo de letra

Em termos de estilo de letra a usar para o termo Suber propõe-se um estilo idêntico à bern, marca desportiva da concorrência com forte presença no mercado dos capacetes.



Figura 89: Proposta de logotipo

10. Conclusões finais e trabalhos futuros

Ao longo da elaboração deste trabalho foram combinados conhecimentos em diversas áreas, desde o contacto com o laboratório até ao desenho de produto e a aquisição desta flexibilidade de trabalho é vantajoso para o mercado de trabalho.

Esta dissertação de mestrado nasceu da abordagem de um material e a sua globalização e deu origem a dois produtos (capacetes) que usam a cortiça como fator diferenciador e importante no desempenho do produto.

O desenvolvimento de produto dos dois modelos seguiu uma linha comum de tarefas, desde o estudo de mercado e levantamento do estado, definição de mercado que ditou quais os mercados mais vantajosos para investir até ao desenho de produto e posterior detalhe. O detalhe de produto foi representado com o auxílio de desenhos explicativos e a modelação 3D dos modelos que no futuro precisarão de maior detalhe por exemplo o sistema de conexão das abas laterais ao casco do capacete de ski e o sistema de abertura do capacete de skydive carecem de um maior detalhe funcional para uma fase de produção.

O design da camada de absorção até ao momento apenas foi testada através de uma análise de elementos finitos no software *solidworks* e encontra-se em fase de testes laboratoriais, nível 4 do *Technology readiness levels*, ferramenta que permite verificar em que estado está o desenvolvimento de uma nova tecnologia.

No futuro, segue-se a continuidade deste trabalho refinamento dos detalhes funcionais e validação do design, sem deixar de fora a possibilidade da expansão da linha a produtos de proteção corporal como cotoveleiras, joelheiras e luvas de proteção.

Ainda num futuro próximo espera-se o desenvolvimento de uma solução para tornar a cortiça num material termoplástico, material que pode ser aplicado no casco externo também.

A cortiça e as suas propriedades tão peculiares ao ser explorada em soluções como esta, que colocam o material à prova em aplicações de alto desempenho aumentam a visibilidade e creditação do material evitando a saturação do mercado. Sendo que apenas 30% da cortiça extraída é usada em rolhas existe muita matéria-prima que pode ser explorada sem colocar em causa a excelência do material.

11. Bibliografia

- APCOR. (2016). Anuário de Cortiça, 2015. p. 112.
- Autoridade Nacional de Segurança Ródoviária. (2015). Observatório de Segurança Rodoviária. *Rleatorio anual 2014*.
- BOGERD, C. P., ROSS, R. M., & BRUHWILER, P. A. (2011). Thermal Perception of Ventilation Changes in Full-Face Motorcycle Helmets: Subject and Manikin Study. *Ann. Occup. Hyg., Vol. 55, Nº 2*, 192–20. Oxford University Press.
- Carvalho, M. J. (2007). Os desportos de Inverno e o reposicionamento da oferta na Região de Turismo da Serra da Estrela- Dissertação de Mestrado.
- Chicago Tribune. (2015). How safe are air shows? An explanation in four charts. *Chicago Tribune*.
- envatotuts+. (2014). *envatotuts+*. Obtido de Human Anatomy Fundamentals: Flexibility and joint limitations: <http://design.tutsplus.com/articles/human-anatomy-fundamentals-flexibility-and-joint-limitations--vector-25401>
- Federação Internacional de Ski. (s.d.). Obtido de <http://www.fis-ski.com/index.html>
- Fortes, M. A., Rosa, M. E., & Pereira, H. (2006). *a Cortiça*. IST Press.
- Instituto do Desporto de Portugal, IP. (Maio de 2011). Estatísticas do Desporto de 1996 a 2009.
- Kennedy, J., Adetifa, O., & Carley, M. (2011). Aeroacoustic sources of motorcycle helmet noise. 1164–1172. (A. S. America, Ed.) doi:10.1121/1.3621097
- Kleiven, S. (2007). *A PARAMETRIC STUDY OF ENERGY ABSORBING FOAMS FOR HEAD INJURY PREVENTION*. Sweden.
- Nacional Aeronautics and Space Administration. (s.d.). *Nacional Aeronautics and Space Administration*. Obtido de Anthropometry and Biomechanis (Volume I, section 3): <http://msis.jsc.nasa.gov/sections/section03.htm>
- Nacional Ski Areas Association (NSAA). (2015). Helmet Usage and Safety Fact Sheet.
- Pinnoji, P. K., & Mahajan, P. (Março de 2008). Two Wheeler Helmets with Ventilation and Metal Foam. *Defence Science Journal*, 58, Nº2, 304-311 . I.
- Sergio Christian Carnevale Lon. (2014). *A new helmet testing method to assess potential damages in the Brain and the head due to rotational brain*. Stockholm.
- Winter Sports Death Review - Ontario. (Dezembro de 2015). *A Review of All Accidental Skiing, Snowboarding and Tobogganing Deaths in Ontario from January 1, 1991 to December 31, 2012*.





Fonte de Imagens

Identificação	Fonte
Figura 1	http://www.greencork.org/a-floresta-a-cortica-e-a-rolha/o-descorticoamento-e-a-cortica/
Figura 2	http://www.apcor.pt/cortica/processo-de-transformacao/percurso-industrial/aglomerados-compostos/
Figura 3	http://www.apcor.pt/cortica/processo-de-transformacao/percurso-industrial/aglomerado-puro-expandido/
Figura 4	http://www.terac.com.br/p-9110223-La-de-Rocha-e-na-Terac-
Figura 5	http://www.thermodynglobal.com/product/cork-buna/
Figura 6	http://www.hellotrader.com/elite-composites/corecork.html
Figura 7	https://www.linkedin.com/pulse/1st-bicycle-cork-frame-world-angel-jos%C3%A9-nuno-amaro-or-nuno-zamaro
Figura 8	http://www.designandmore.it/arredamento-in-sughero-mobili/
Figura 9	http://flaviofilho.com/photo/architecture/stand-gencork-tektionica
Figura 10	http://lojadosbrindes.pt/124-artigos-de-cortica
Figura 11	https://pt.pinterest.com/pin/192106740334246000/
Figura 12	https://stampoin3d.blogspot.pt/2015_09_01_archive.html
Figura 13	http://www.materia.amorim.com/en/collection/complete-collection/furo
Figura 16	http://archinect.com/tiazzoldi.org/project/onion-pinch
Figura 17	https://www.nsaa.org/store/Products/Details/274
Figura 18	http://www.tempoantiguidades.com.br/objetos_militares/capacete32.php
Figura 19	https://www.behance.net/gallery/815551/Cork-Bicycle-Helmet-Concept-For-Lacoste
Figura 20	https://www.nextnature.net/2012/12/helmet-crafted-from-wood-and-cork-is-just-as-safe-as-your-plastic-and-foam-one/
Figura 21	http://portuguese.alibaba.com/product-gs/standard-one-shaft-pp-cork-oxidation-ski-pole-60039395769.html
Figura 22	http://www.discountbicycles.co.uk/biz/product.php/9403/4348/herrmans_ergo_cork_grips_brown_22mm
Figura 23	http://www.mcnews.com.au/test-aprilia-sl1000-falco/
Figura 24	https://www.dreamstime.com/stock-photography-rider-bike-motocross-flies-over-hill-image22821962
Figura 25	https://photos.banfflakelouise.com/gallery/ski-snowboard-sunshine-village-paul-zizka-48-horizontal/#sthash.ET6tznPE.dpbs
Figura 26	http://blogs.diariodonordeste.com.br/manobraradical/snowboard/brasileiro-de-snowboard-dor-e-alegria-em-uma-conquista-historica-para-o-ceara/
Figura 27	http://www.evo.com/helmets/smith-aspect-helmet.aspx



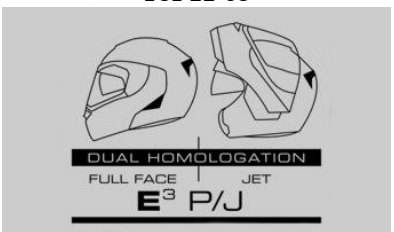




Figura 29	http://imagict.com/en/words/hang+glider
Figura 30	http://www.puntofape.com/beneficios-de-los-deportes-extremos-15303/
Figura 31	http://www.puntofape.com/beneficios-de-los-deportes-extremos-15303/
Figura 37	http://www.vias-seguras.com/documentacao/documentos temas a a c/doc capacetes para motociclista e para ciclista/capacetes manual oms 2007/um capacete protege sua vida
Figura 38	https://thebikersstore.com/products/gmax-gm69-helmet-solid?variant=17431738502
Figura 39	http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAruAAH/anatomia-basica
Figura 40	http://kaysume.blogspot.pt/2011/06/jogos-de-sistema-nervoso-para-praticas.html
Ilustração 13	http://petiitumbiara-go.blogspot.pt/2011/09/como-funcionam-os-musculos.html
Ilustração 14	http://www.anatomy-diagram.info/human-neck-anatomy-and-muscles/human-head-and-neck-pictures/
Ilustração 15	http://www.getthehealthyadvice.com/see-which-muscle-youre-stretching-36-pictures-part-1/
Figura 44	http://karakalem.gen.tr/karakalem-portre-nasil-cizilir-ayrintili-anlatim/
Ilustração 16	http://transitoaberto.blogspot.pt/2011_11_01_archive.html
Figura 45	https://www.whyarai.co.uk/sizing-chart
Figura 46	http://www.progearmoto.com/schuberth-c3-pro-mat-black.html
Figura 47	http://www.sportpursuit.com/giro-size-guide





Anexo 1 – Benchmarking






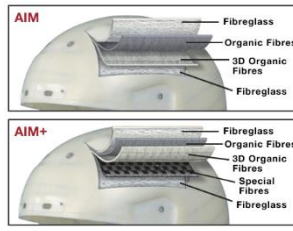
Anexo1.1- Benchmarking mercado motociclista





Marca	Outer Shell / Estrutura	Inner Liner / fabric Interior/ forros	Ventilação	Segurança	Audição	Visor	Inovação
1.Nexxpro X-R2 Carbon Pure Full-Face XS-XXL / 360€ / 1250gr 	100 % Carbon;	EPS – (3 densities) Coolmax® tissues Removable and washable inner liner; Ergo padding system;	Air dynamic system; 2 air inlets and 4 air outlets;	Easy lock system; Emergency strap; Reflectors; Double D-ring anti slip locker; Back spoiler; ECE/22-05, DOT; NBR-7471:2001	Special sound-proving foam (EPS) Anti-noise cheek pads;	Flat visor (tear-off and pinlock system) Quick releas visor; PC lexan visor;	Patent application PT 105 98 – Thermal and noise isolation
2.Nexxpro XR2 – Plain XS-XXL / 236€/ 1350gr 	x-matrix fiber - aramid multiaxial fiber + 3D organic fiber + carbon reinforced + multiaxial fiberglass	EPS (3 densities) Ergo padding system; Adaptação das esponjas interiores ao crânio do utilizador;	Air dynamic system; 2 air inlets and 4 air outlets;	Emergency strap; Reflectors; Back spoiler; Double D-ring anti slip locker; ECE/22-05, DOT; NBR-7471:2001	Anti-noise cheek pads;	Quick releas visor; Side-to-side – peripheral vision (225°) Top to bottom - 72° PC lexan visor;	Super light helmet; Ergo padding system;
3.Nexxpro XT1 – Touring XS-XXL / 254€ 	Intelligente Sheel design; Tricomposite - Fibra de Vidro, Carbono e Kevlar	EPS (3 densities) CoolMax® fabric; Removable and washable inner liner; Inner liner antialérgic; Sponge filler kit for maximum fit;	2 Up an 2 chain air intakes;	Block'n'seal visor; Emergency strap; Reflectors; Top spoiler; Emergency system; Refectors; Double D-ring anti slip locker; ECE/22-05, DOT; NBR-7471:2001		Panoramic eye port; Interior sun visor; PC Lexan visor;	X.com
4.Nexxpro X.D1 Plain Street / Off-road / Enduro XS-XXL/315€/ 	X-matrix fiber; Special chin shape to reduce breast injury risc in frontal impacts; Peak extensor;	EPS (3 densities) Ergo padding system; Textured rubber grip (anti – slip) in RIM área;	Chain air intake; Air dynamic system; 2 air inlets and 4 air outlets;	Aerodinamic Rim (control air stream, reduzing lift and turbulence) Emergency strap; Refectors; Double D-ring anti slip locker; ECE/22-05, DOT; NBR-7471:2001	Anti-noise cheek padas;	Inner Sun visor (ergonomic button mechanism) Visor w/ anti-fog position; Super lock visor; Quick releas visor; Panoramic eye port; PC lexan visor;	Removal action camara support; X.com


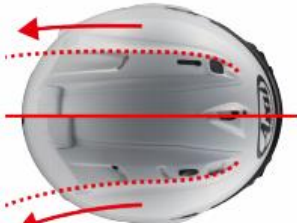




Marca	Outer Shell / Estrutura	Inner Liner / fabric Interior/ forros	Ventilação	Segurança	Audição	Visor	Inovação
5.Nexxpro X.70 Open face XS-XXL/160€	Tricomposite - Fibra de Vidro, Carbono e Kevlar Leather finishing;	Inner lining removable and washable; Coolmax® fabric		Micrometric lock; ECE/22-05, DOT; NBR-7471:2001		Bubble visor; Ergonomic button; Sun visor;	
6.Nexxpro SX.10 Urban Low coast;	ATR/PC Cooling cover tech; Costomization;	Washer inner liner;		Micrometric lock; ECE/22-05, DOT; NBR-7471:2001		PC lexan visor; Sun visor; Long visor;	Concept “switx your self” Patent Cooling cover tech;
7.NAU N600 Gringo XS-XXL / 1100±50gr	N. Mack 3 sheel Metallic glitter painting;	TDS 3D Shell Coolmax® inner liner; Removable/ washable		ECE aproval; Micro – metric lock system;		Sun visor;	
8.NAU N650 Shelby XS-XXL / 1100±50gr	N. Mack 3 sheel – fiberglass multiaxial +aramidic + caborn reinforced; vanish paint; Decal decortaion;	TDS 3D Shell; Coolmax® inner liner; Removable/ washable;		ECE aproval; Micro – metric lock system;		Anti-fog visor; Sun visor;	
9.NAU N500 Solo XS-XXL / 1340±50gr	Thermoplastic ABS resin sheel; Vanish paint; Decal decoration;	TDS 3D Shell; Coolmax® inner liner; Removable/ washable		ECE aproval; Micro – metric lock system;		Anti-fog visor; Sun visor;	
10.NAU N350 Techno city XS-XXL/1200±50gr	Thermoplastic ABS resin sheel; Mate paint; Leather finish; Metallic logo;	TDS 2D Shell; Coolmax® inner liner; Removable/ washable	Metallic mesh inlet air;	ECE aproval; Micro – metric lock system;		Anti- scratch visor;	
11.NAU N80 Spider XS-XXL/1600±50gr	N.mack 3 shell Vanish paint; Decal decoration;	TDS 3D Shell; Coolmax® inner liner; Removable/ washable	Air ventilation system;	ECE aproval; Micro – metric lock system;		Anti- fog system;	

Marca	Outer Shell / Estrutura	Inner Liner / fabric Interior/ forros	Ventilação	Segurança	Audição	Visor	Inovação
12.NAU N20 XRF XS- XXL/1480±50gr	Thermoplastic ABS resin shell; Vanish paint; Decal decoration;	TDS 3D Shell; Coolmax® inner liner; Removable/ washable	Air ventilation system;	ECE aproval; Micro – metric lock system;		Anti- scratch visor;	
13.Caberg Modus – Flip up XS-XL Full face /Jet 	Thermoplastic shell; Advanced chin guard system – self-adjusting;	Removable and washable chin strap cover;	Adjustable chain and top ventilation; Inner air channels; Air flow extraction;	Emergency strap; ECE 22-05 	Removable noise device; Removable stop wind;	Inner sun visor; Anti-fog; Double visor tech (DVT)	Dual Homologation: Full face and Jet- E³P/J Speak controller;
14.Caberg Drift – Full face 1350±50gr 	Tricomposite – Fiber/Kevlar/Carbon	Removable and washable chin strap cover;	Adjustable chain and top ventilation; Adjustable air flow rear extractor;	ECE 22-05 Double D-ring buckle;		Anti-mist visor lock; Inner sun visor; Self adjusting visor mechanism;	Self adjusting visor mechanism;
15.Caberg V2Xcarbon/1250 gr 	Caberg hyper shield-100% Carbon	Removable and washable chin strap cover;	Adjustable chin and top ventilation; Inner air channels; Air flow extraction;	ECE 22-05 Double D-ring buckle;	Removable noise device; Removable stop wind;	Anti- fog visor; Inner sun visor; Double visor tech (DVT)	
16.Caberg EGO full face 	Thermoplastic Polycarbonate;	Removable and washable chin strap cover;	Adjustable chin ventilation; Inner air channels; CASC Caberg Air Safety Concept;	ECE 22-05 Double D-ring buckle; CASC Caberg Air Safety Concept- stainless steel ventilation plate adjustable and water proof cover	Removable noise device; Removable stop wind;	Inner sun visor; Double visor tech (DVT)	

Marca	Outer Shell / Estrutura	Inner Liner / fabric Interior/ forros	Ventilação	Segurança	Audição	Visor	Inovação
17.Schuberth S2 sport Low weight 	S.T.R.O.N.G fibre Glass fibre and special resin- compressed in a vacuum pressure	EPS foam COOLMAX® and THERMCOOL® fabric; Removable and washable inner liner; Adjustable to summer/winter	Multipath channels EPS; Head/mouth and chin ventilation; Neck padding; Adjustable head vent; Active air extraction;	Reflex pads; Double D-ring fastern; Upward=0 Directionally stable; No oscilatory tendency; No buffeting; CO2% is bellow 0.5% limita t 30km/h	Acoustic package; Wind deflector (only 85DB(A) in 100km/h)	Visor change mechanism without tools; Pinlock® visor;	SRC- system™- ready CO2 % control;
18.AVG MDS M13 XS-XL /94.95€ 1550±50gr	HIRTW- High resistente thermoplastic resin	Inner Shell in EPS; Removable and washable; Dry Confort fabric;	Front air inlets; Rear extractors;	Micrometric adjustment; ECE 22-05		Street 12 scratch-proof – PC XQRS (X-tra quick releas system)	
20.AVG AX-8 Dual Evo Mono 312€ XXS-XXL/1300±50gr	CAAF – Carbon + Aramidic + Fiberglass;	Inner Shell in EPS; Dry-lex® sanitized fabric; Removable and washable;	OPEN/SHUT chin air vent; IVS- 3 front vent and 1 top vent; 2 rear extractors;	“special design peak” minimizes “sail effect” Double D-ring system; ECE22-05		Dual visor anti-scratch, anti-fog resistant – PC;	IVS- INTEGRAD VENTILATION SYSTEM;
21.AGV Pista GP Solid XS-XXL /880€ 1273±50gr	Pre-shaped moulded – rabbit system; 100% Carbon	Inner Shell in EPS; 3D Shalimar® cheek pads w/ multi density foam; Micro- perforated Lycra®	Wind tunnel; 4 front vents; 2 rear extractors; IVS- integrad ventilation sytem;	Double D-ring locker; ECE22-05		Clear visor; Replace visor without tools; Visor lock system- swivel openning;	Classe 1 optical standards to sunglasses; Pre-shaped moulded – rabbit system;






Marca	Outer Shell / Estrutura	Inner Liner / fabric Interior/ forros	Ventilação	Segurança	Audição	Visor	Inovação
22.CMS GTRS XS- XXL/1300±50g0r 290€	Multiaxial 3 composite – Carbono/ kevlar/ Aramid; Acabamento : UV	Espuma com 5 densidades; Forro COOLMAX® e SITIR®; Desmontável, lavável, anti-transpirante, antialérgico, antibacteriano e antifúngico;	3 entradas frontais de ar / 4 saídas posteriores;	ECE22-05 DOT; NBR- 7471;2001 Spoiler central posterior; Deflector de vento; Fecho micrométrico; Laterais com sistema de emergência- EFR		Viseira PC Lexan-anti-risco e ante embaciamento; Mudança fácil de visor- sem ferramentas; Fecho de viseira – Wind flex lock; Narigueira removível;	Espuma interna com 5 densidades;
23.CMS Sport- GP4 XXS-XXL/1450Gr 90€ 	Multiaxial 3 composite – Carbono/ kevlar/ Aramid; Acabamento : UV	ADJUSTING FITTING SYSTEM- INFLATING Espuma com 5 densidades; Forro COOLMAX® e SITIR® ;	3 entradas frontais de ar / 4 saídas posteriores;	ECE22-05 DOT; NBR- 7471;2001 Deflector de vento; Fecho micrométrico;		Viseira PC Lexan-anti-risco; Mudança fácil de visor- sem ferramentas; Narigueira removível;	ADJUSTING FITTING SYSTEM- INFLATING Inflação de ar para adequação do capacete ao utilizador;
24.CMS SUV – modelar XXS- XXL/1400±50gr 150€	Estrutura em resina termoplástica reforçada; Acabamento: UV Modelar com queixeira frontal: Easy move	Espuma com 5 densidades; Forro COOLMAX® e SITIR® ;	3 entradas de ar frontais e 1 saída posterior;	ECE22-05 DOT; NBR- 7471;2001 Deflector de vento; Fecho micrométrico;		Dupla viseira Viseira interna solar em PC Lexan; Viseira externa em PC Lexan anti risco;	
25.SHOEI NXR full face XXS-XXL 	Shell in AIM; Fiberglass +Organic fibres + 3D organic fibre + fiberglass	Multiple densities EPS; Low and High density (imagem)	4 air inlets and 6 air outlets;	E.Q.R.S – emergency quick releas system- pull to remove cheek pad; Double D-ring lock; Integrad spoiler;	Ear paths;	Q SV-1 sunshield – anti-fog / anti-scratch and 99% UV blocking;	

Marca	Outer Shell / Estrutura	Inner Liner Interior/ forros	Ventilação	Segurança	Audição	Visor	Inovação
26.SHOEI GT-AIR full face XXS-XXL	Shell in AIM;	3D centerpad to perfect fit; Cheek pads; R/W inner liner;	Multiple air inlet na outlet; Permanent ventilation inside the helmet;	E.Q.R.S		Sunshield w/ safety scarify; Full metal ratchet system – Handy OPEN/CLOSE Q SV-1 sunshield – anti- fog / anti- scratch and 99% UV blocking;	DIN EN 1836 Standard
27.SHOEI NEO TEC modular XXS-XXL	Shell in AIM; Stell micro ratchet system; 360° pivot locking system;	3D centerpad to perfect fit; Cheek pads; R/W inner liner;	Ventilation System: 26% improved; Multiple air inlets and outlets; Flush surface for less wind turbulence; Control climate;	E.Q.R.S		Sunshield EN 1836 aprovado;	
28. ARAI Chaser –V Pro 430€	SLF (super fibre laminated)	Multiple density EPS; Facial contour system – foam Spring cheek pads; Ecopure fabric (R/W)	3 position chin vents; Lower side vents; Neck extractors;	Double D-ring lock; ECE22-05		PSS- sun visor	Visor vents guide fresh air to forehead área without the need of holes in outer and inner sheell
29.ARAI RX-7 RC 2300€	RC Carbon fibre; 11 layers of premiu carbon fibre reinforced with PB- SNC.	Multiple density EPS; Facial contour system – foam Spring cheek pads; Ecopure fabric (R/W)	Middle air intake;	PBC (peripherally rally belled) - belt across the helmet, above visor opening; Double D-ring lock; ECE22-05		PSS- sun visor	Patented air Wing® reduce drag, turbulence and buffeting;

Marca	Outer Shell / Estrutura	Inner Liner Interior/ forros	Ventilação	Segurança	Audição	Visor	Inovação
30.ARAI RX-7 V 760€ 	PB-SNC ² shell w/ other special fibres. superb tensile strength and flexibility characteristics	Multiple density EPS; Ecopure fabric (R/W)	Middle air intake; New air diffuser 20 mm longer;  New diffuser	PBC (peripherally rally belled) - belt across the helmet, above visor opening; Double D-ring lock; ECE22-05		PSS- sun visor 	Patented air Wing® reduce drag, turbulence and buffeting;
31.NOLAN N102 NCOM SOLID (MODELAR) 350€ 	PC lexan (GE) Shell;	EPS R/W inner liner; Sweat-wicking capabilities fabric; Padded chin strap;	Jet stream wing ventilation system;	DOT certificate; Spoiler reduces the drag and wind buffeting;	Extra large rool neck;	Sunglass visor; Uv 400 clear lexan face shield- blocks 100% UV;	
32.NOLAN N104 EVO 500€ 	Injected PC lexan sheel;	EPS R/W inner liner; Cheek pads; Padded chin strap;	AIRBOOSTER ventilation system; 3 top vent; 2 rear exhaust;	Microblock 2 quick releas;	Neck rool;	Ultra wide eye port opening; Push button mechanism to change shield; Scratch and fog resistente;	AIRBOOSTER- plastic vent tube channel's in EPS dispense cool air to the helmet interior;

Anexo1.2- Benchmarking mercado ski e snowboard







MARCA	OUTER SHELL	INNER LINER / FABRIC	VENTILAÇÃO	FECHO	SEGURANÇA	Inovação
1. WEDZE Streah 500 29.95€ /504G	ABS	EPS Lavável; EasyFit;	Air cooling: 10 ventilações Gorro / cold barrier		Norma EN 1077:A Garantia: 5 anos	Easyfit : adapta-se à ergonomia do utilizador com ajuda de elásticos; Memoriza a posição;
2. Fell 300 Salute Wedze 26.95€/550G	ABS	EPS Lavável; EasyFit;	Air cooling;		Norma 1077:B Garantia: 5 anos Proteção orelhas flexível;	
3. Stream 550 S2 89.95€ / 765G	ABS	EPS; Lavável; EasyFit;	Air Cooling system; Controlo T°C		EN 1077:A Ear pads; Lente dupla com proteção solar;	
4. UVEX Airwing 2 Pro 49.95€/330G	ABS	EPS Ajustável; Lavável;			EN 1077 ASTM 2040 Lente policarbonato para diversas condições climáticas;	
5. UVEX P1us 59.99€/400G	ABS	EPS Ajustável; Lavável;			EN 1077 ASTM 2040	








MARCA	OUTER SHELL	INNER LINER / FABRIC	VENTILAÇÃO	FECHO	SEGURANÇA	Inovação
6. UVEX 300 Visor 169.90€ /	ABS	EPS Gorro interior lavável; Botão de ajuste; Abas flexíveis;	Entradas de ar reguláveis (12)		EN 1077:B ASTM 2040 Lente S2 para diversas c. Climáticas (PC)	
7. Giro Slingshot 49.50€	PC	EPS; In-mold;	4 Entradas de ar;		EN 1077 ASTM 2040	
8. Giro Ledge 79.95€	ABS;	EPS; Lavável; Ear pads removíveis; Auto loc2 Fit system;	On-the-fly tuning;		EN 1077 ASTM 2040	
9. Giro Range MIPS 199.95€	ABS; Low profile design;	EPS; In form 2 fit system; Forro antibacteriano;	Controlo de ventilação;		EN 1077 ASTM 2040Fidlock magnetic buckle closure;	MIPS- Multi directional impact protection system: capaz de absorver choques estáticos tal como impactos em ângulos diferentes a 90º
10.	ABS	EPS; Forro 3D multi. Strate; Lavável;	Ventilação em labirinto;		PATENTE EM PROCESSO: Carrera ID, proteção 360º através de malha de cones livres que se movem durante o impacto;	Sistema ventilação passiva que permite que o ar se espalhe sobre toda a superfície;

MARCA	OUTER SHELL	INNER LINER / FABRIC	VENTILAÇÃO	FECHO	SEGURANÇA	Inovação
11. Carrera Karma 112€/ 870G	ABS	EPS (100 furos) EVA: membrana hipoalergénica Ear pads removíveis; Lavável;	ON/OFF: Controlo ventilação; 12 Entradas de ar controladas; Controlo de humidade;		EN 1077 ASTM 2040	A.F.S: Adjustable fitting system : sistema de ajuste anatómico de posição na parte traseira do capacete; M.A.S: Multi air system;
12. Carrera 360º 96.95€/1410 G	ABS	EPS; Forro 3D multi. Strate; Lavável;	Ventilação em labirinto;		EN 1077 ASTM 2040	Sistema ventilação passiva que permite que o ar se espalhe sobre toda a superfície;
13. Carrera Snow Foldable 155€/	ABS	EPS; Elastic fit system; In – moulding; Lavável; Ear pads removíveis;	Ventilação por toda a superfície; Ventilação passiva;		EN 1077 ASTM 2040	
14. K2 Verdict 50€/470G	ABS	EPS Fit system; Lavável;	Ventilação passiva;		EN 1077 ASTM 2040 CPSC 16 CFR 1230 EN 1078 Skiing/snowboarding/ Biking	
15. K2 Meridian 95€/ 380G	Polycarbonato	EPS; 360º k2 fit system; Lavável;	Ventilação passiva;		EN 1077 ASTM 2040 CPSC 16 CFR 1230 EN 1078 Skiing/snowboarding/ Biking	

MARCA	OUTER SHELL	INNER LINER / FABRIC	VENTILAÇÃO	FECHO	SEGURANÇA	Inovação
16. K2 Virtue 116 € / 454 G	ABS (Hybrid in mold)	EPS; 360° k2 fit system; Lavável;	Dupla ventilação ativa;		EN 1077 ASTM 2040 Skiing/snowboarding/	
17. Bern Macon 32€/ 477G	ABS	EPS Lavável; Chin strap ajustável;	Entradas de ar frontais e traseiras;		EN 1077 ASTM 2040 CPSC 16 CFR 1230 EN 1078 Skiing/snowboarding/ Biking/ Skateboarding	
18. Bern Lenox 80€/ 454G	ABS	EPS; Lavável; BOA – Adjustable Dial system;	Entradas de ar frontais e traseiras		EN 1077 ASTM 2040 CPSC 16 CFR 1230 EN 1078 Skiing/snowboarding/ Biking/ mountain	BOA – Adjustable Dial system
19. Bern Carbon 180€/ 362G	Carbon – ABS	EPS; Lavável; Crank fit system;	Entradas de ar superiores;		EN 1077 ASTM 2040 CPSC 16 CFR 1230 EN 1078 Skiing/snowboarding	Casco em compósito de carbono e ABS;
20. Atomic Nomad LF 127€/	ABS	EPS; Lavável; Dial fit system; Ear pads;	Ventilação frontal e traseira ajustável;		EN 1077 ASTM 2040 Skiing	

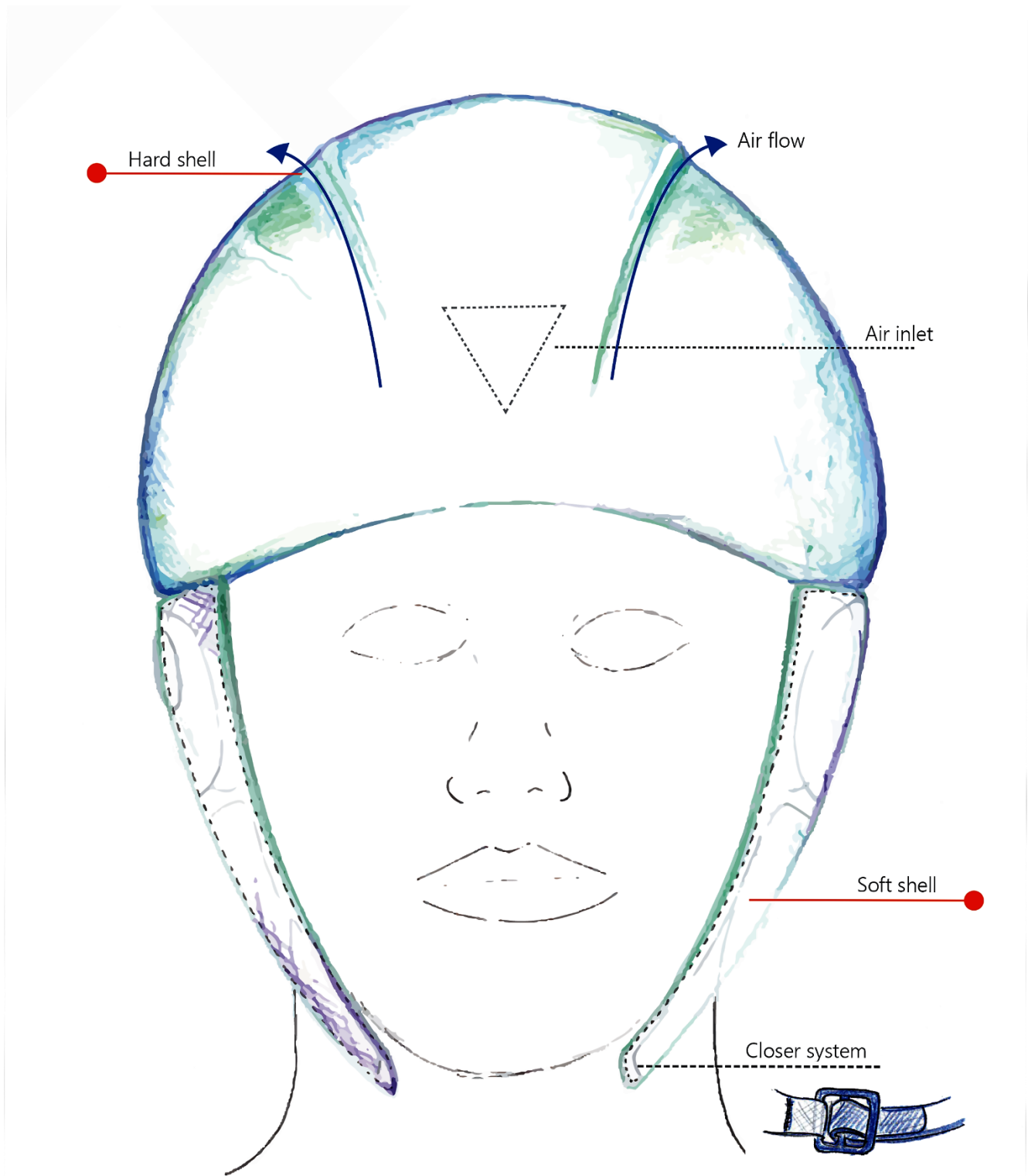
Anexo1.3- Benchmarking mercado skydive e snowboard

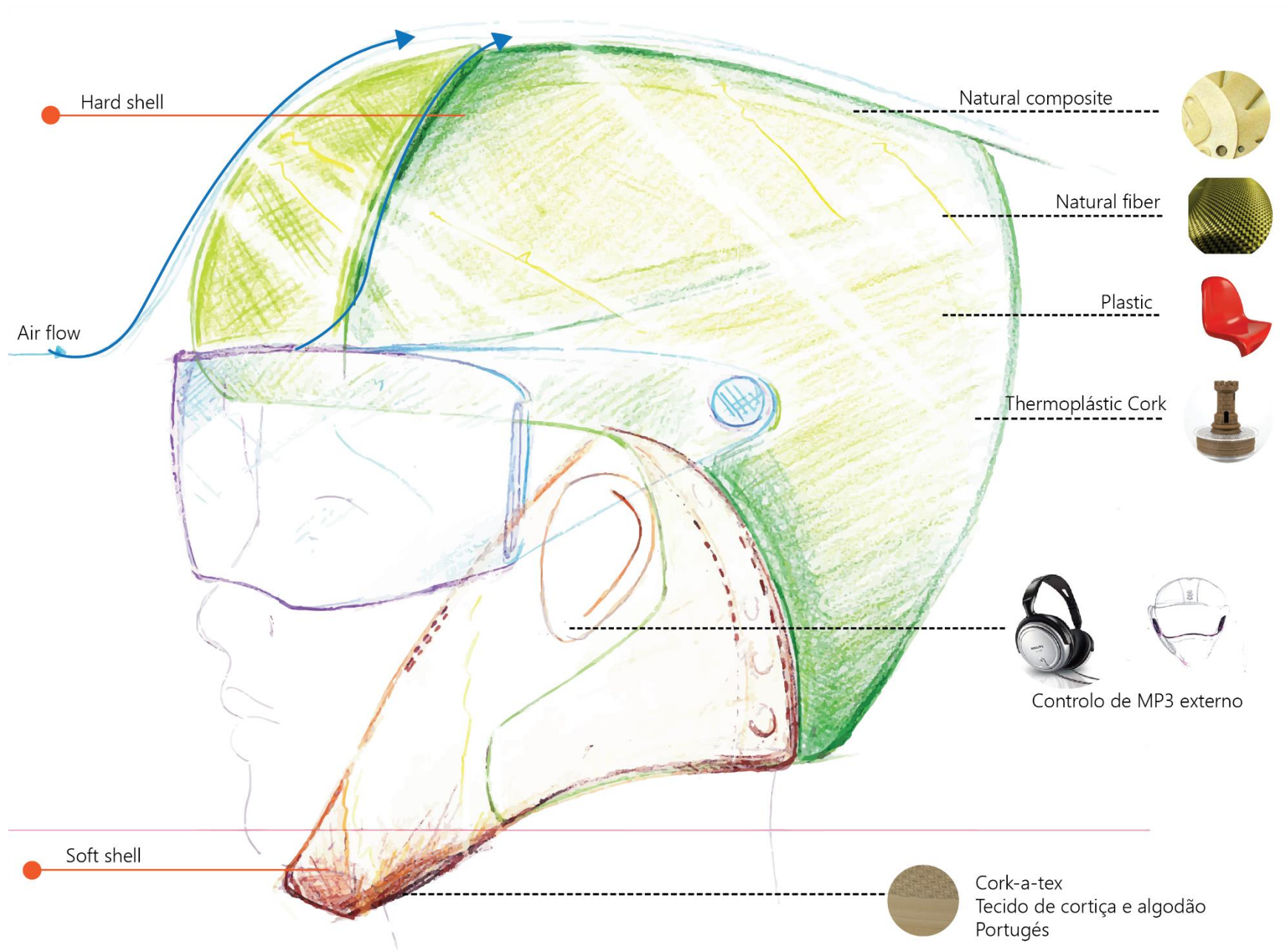
MARCA	OUTER SHELL	INNER LINER / FABRIC	VENTILAÇÃO	FECHO	SEGURANÇA	Inovação
1.Icaro 2000 4 flight LT 245€ / 840G	Layers of molded fiber glass	High-density polystyrene Foam; R/W inner liner	2 air flow channels;	Anti-fog; Anti- scratch; UV protection; PC;	CE EN 966;	
2.Icaro 2000 Grip Cut 265€ / 900G	Layers of molded fiber glass	High-density polystyrene Foam; R/W inner liner	Airflow channels (3)	Anti-fog; Anti- scratch; UV protection; PC;	CE EN 966;	
3.Icaro 2000 Nerv 135€/530G	Polycarbonate Shell (3mm)	High-density polystyrene Foam; R/W inner liner; R/ ear pads;	Airflow channels (2) Open / close air flow;		CE EN 966;	
4.Icaro 2000 4 flight skydive 840€/360€	Layers of molded fiber glass;	High-density polystyrene Foam; R/W inner liner;	Airflow channels (2) Open / close air flow; Protection of neck;	Anti-fog; Anti- scratch; UV protection; PC;	CE EN 966;	
5.Parasport Z1 330€	High impact ABS;	PS inner liner; R/W; Internal pockets to audible altimeter;	Improved airflow;	2.5mm PC lens; Flip-up visor;		
6.Cookie G3 (full face) 330€	ABS;	D3O shock protection;	1 airflow channel;	High impact pc visor;		
7.Bonehead Aero 462€	Carbon fiber composite Shell;	PS inner liner; R/W; Neoprene collar;		2mm molded PC lens;		

MARCA	OUTER SHELL	INNER LINER / FABRIC	VENTILAÇÃO	FECHO	SEGURANÇA	Inovação
Bonehead Mamba 286€ / 700G	Carbon fiber composite Shell;	Thermal- Fit liner; Neck neoprene liner; 2 pockets fo audible altimeter;		Peripheal vision; Anti-fog;	FASTEX chin-strap clousure;	
Bonehead Minwarp 192€/510G	Carbon fiber composite Shell;	Thermal- Fit liner;	* Most sold		FASTEX chin-strap clousure;	
Revolve Havoc 362€ Flip-up face	High – end vacum molded carbon fiber composite;	PS inner liner; Dual audible altimeter pockets;		2mm molded PC lens;	Lock visor;	
Pantanon x 200€	Composite;	Soft felt liner; Audible altimeter pockets;		2mm PC lens; Anti-fog; Anti-scratch;	Open/close easy;	
Gath Retratable visor 168€	Hard plastic;	Soft foam;		Visor flip-up;		
RAWA Imagem 280€						
RAWA RW 330€						

Anexo 2 – Desenhos de detalhe

Anexo 2.1- Desenhos detalhe conceito ski e snowboard





40 km/h = 100°

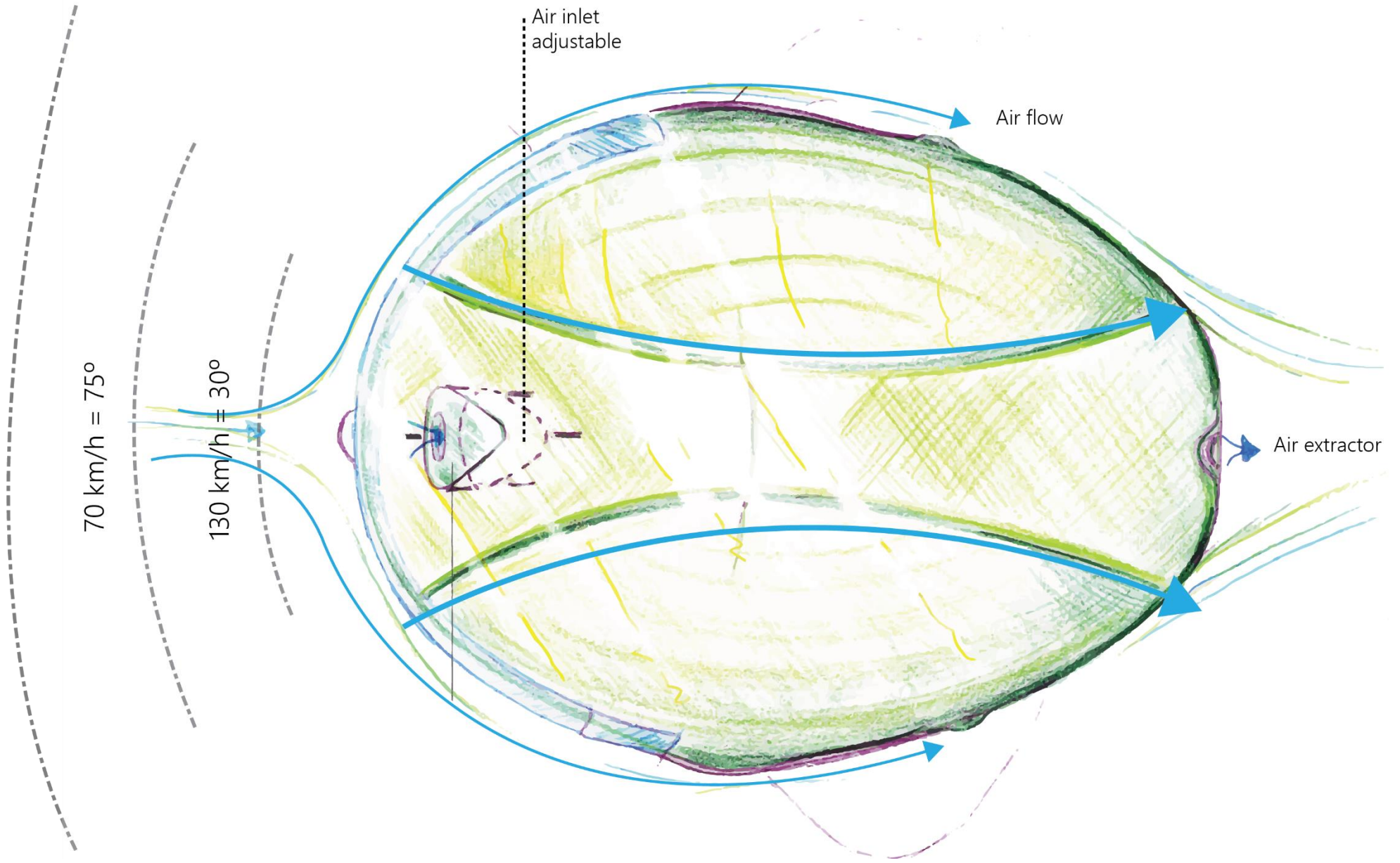
70 km/h = 75°

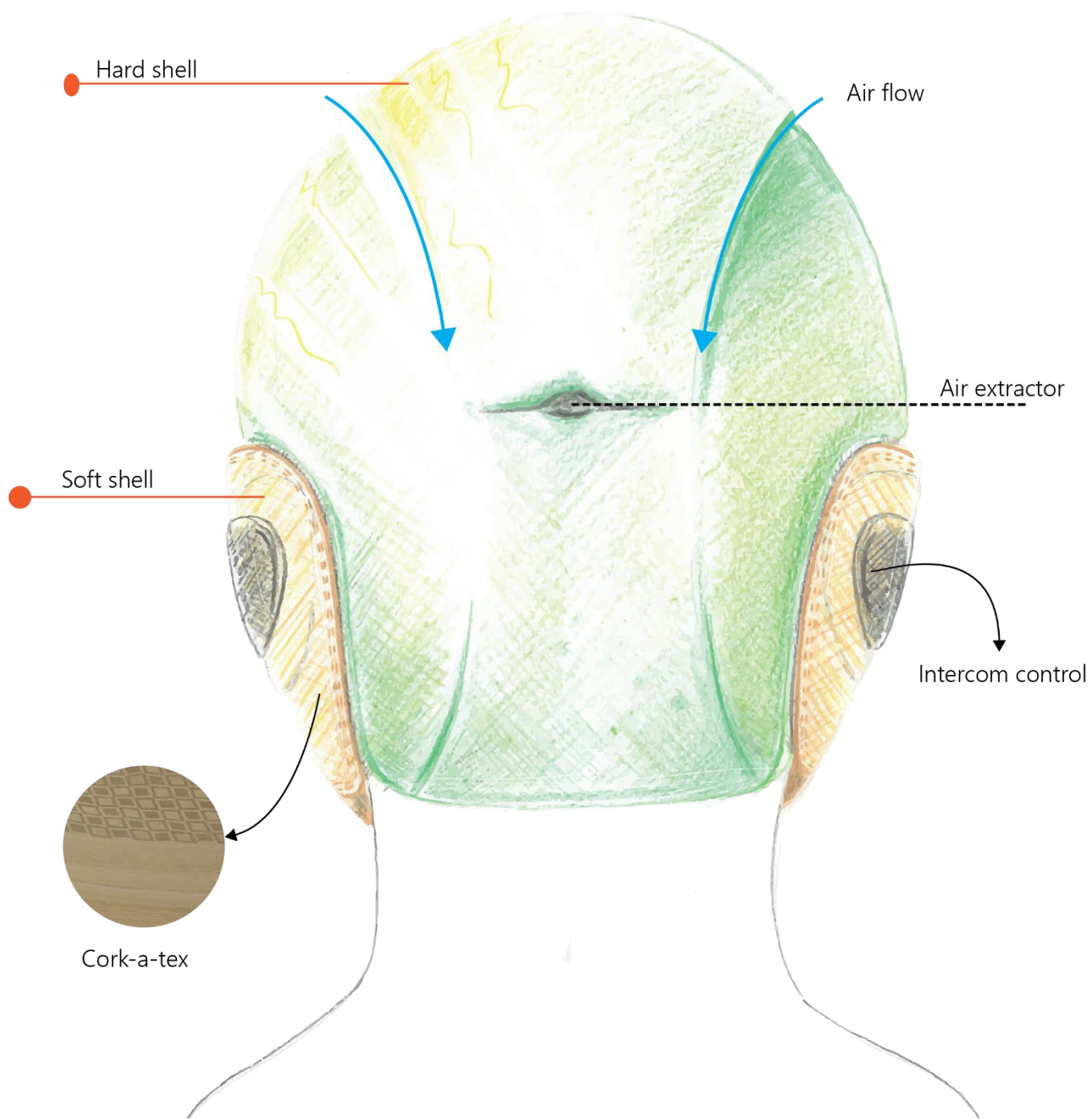
130 km/h = 30°

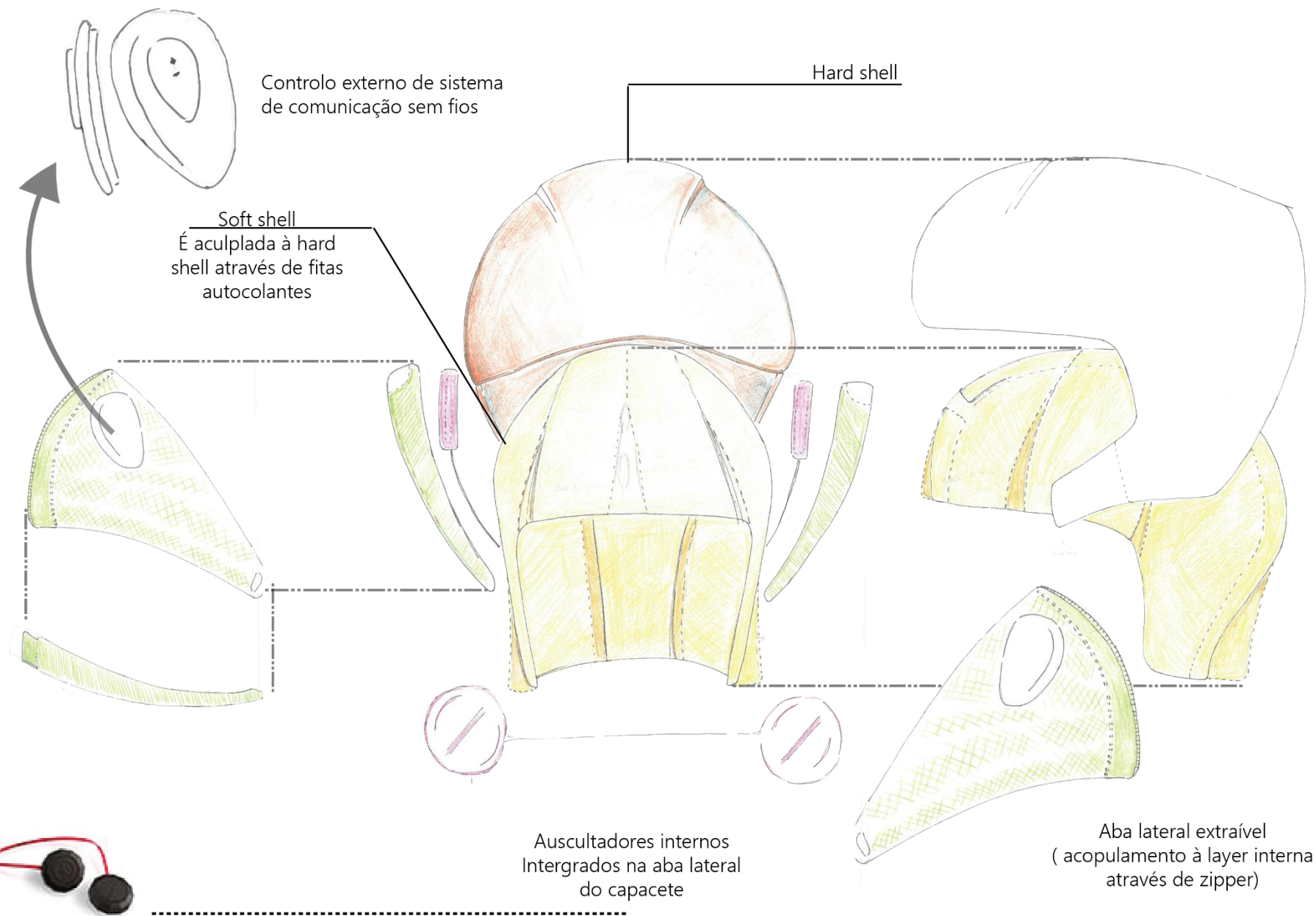
Air inlet
adjustable

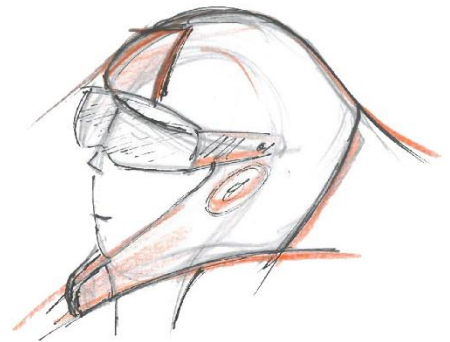
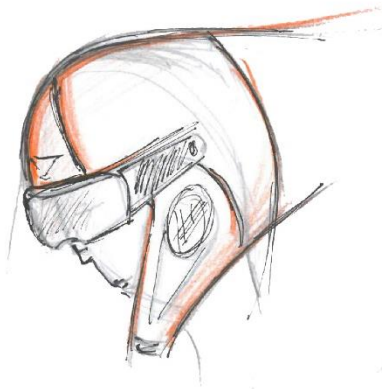
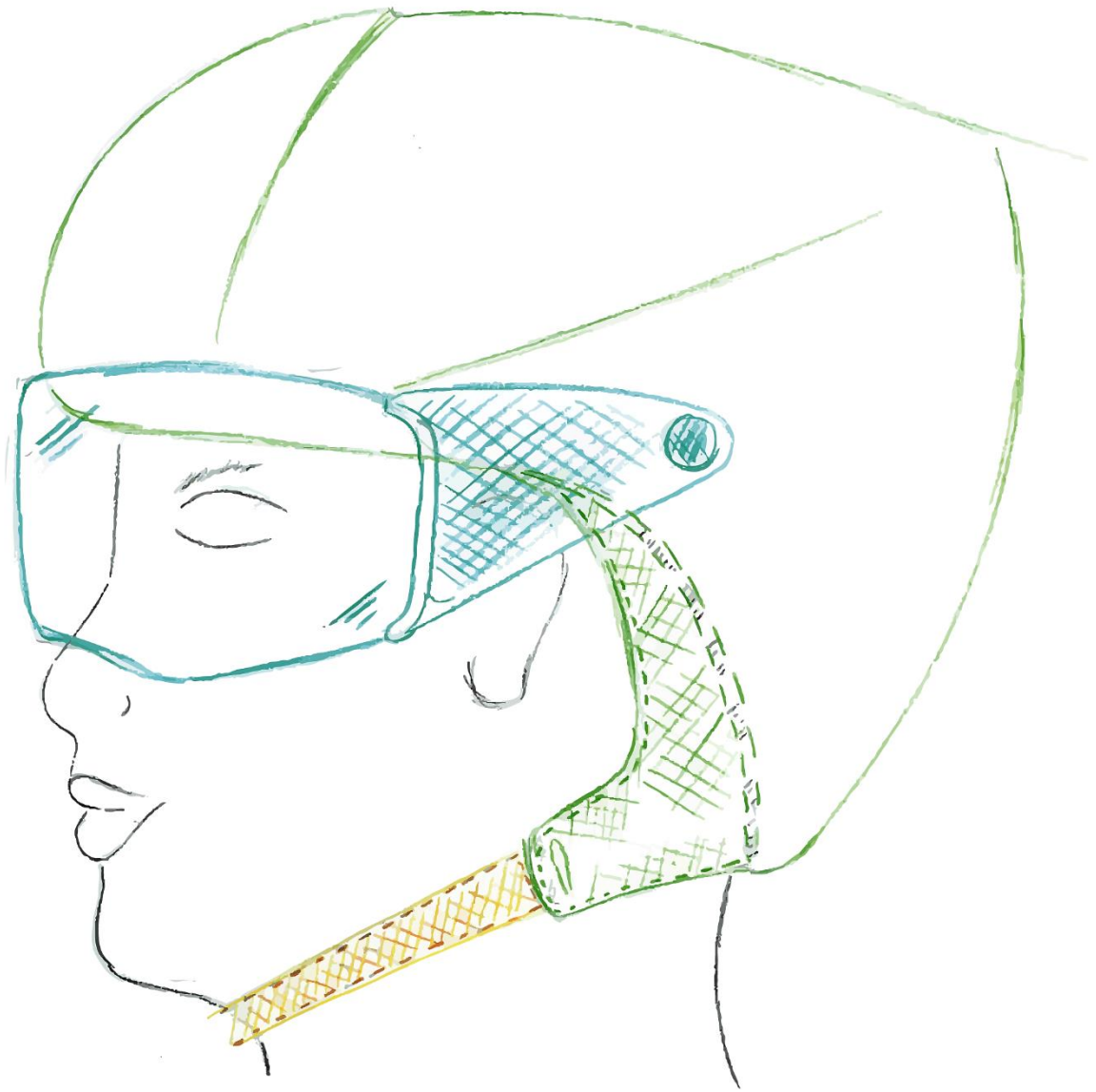
Air flow

Air extractor

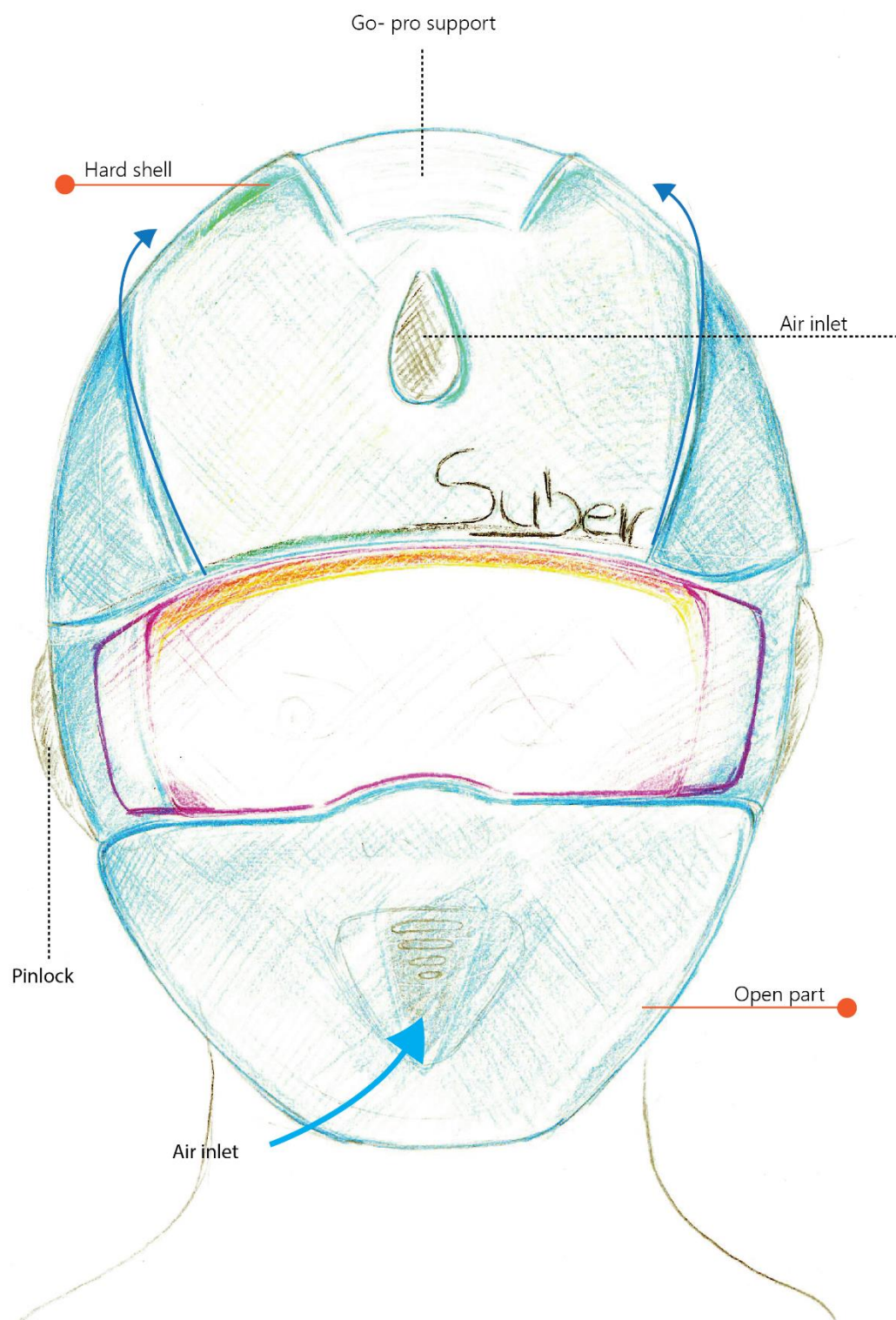


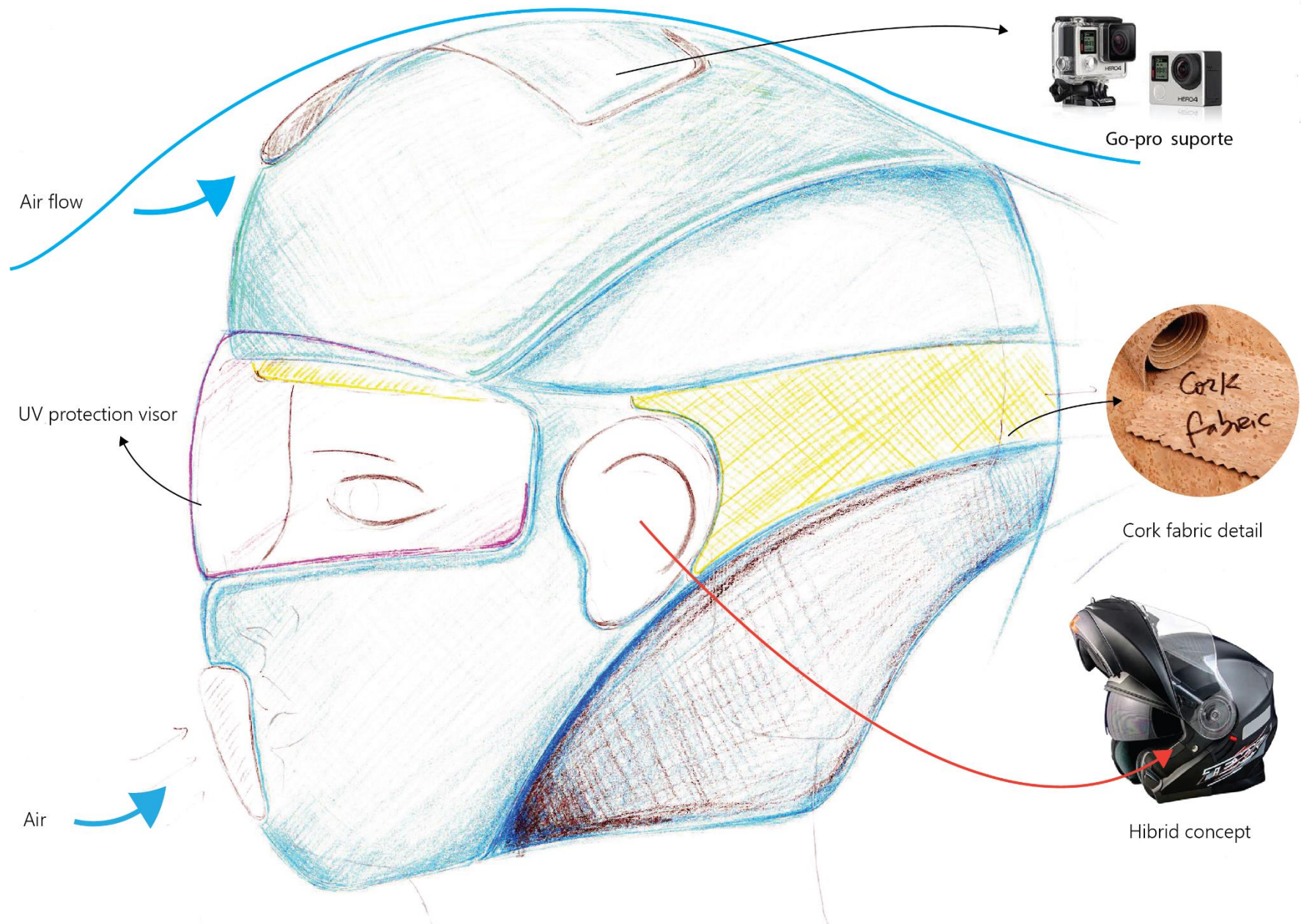






Anexo 2.2- Desenhos detalhe conceito skydive e free flight





40 km/h = 100°

70 km/h = 75°

130 km/h = 30°

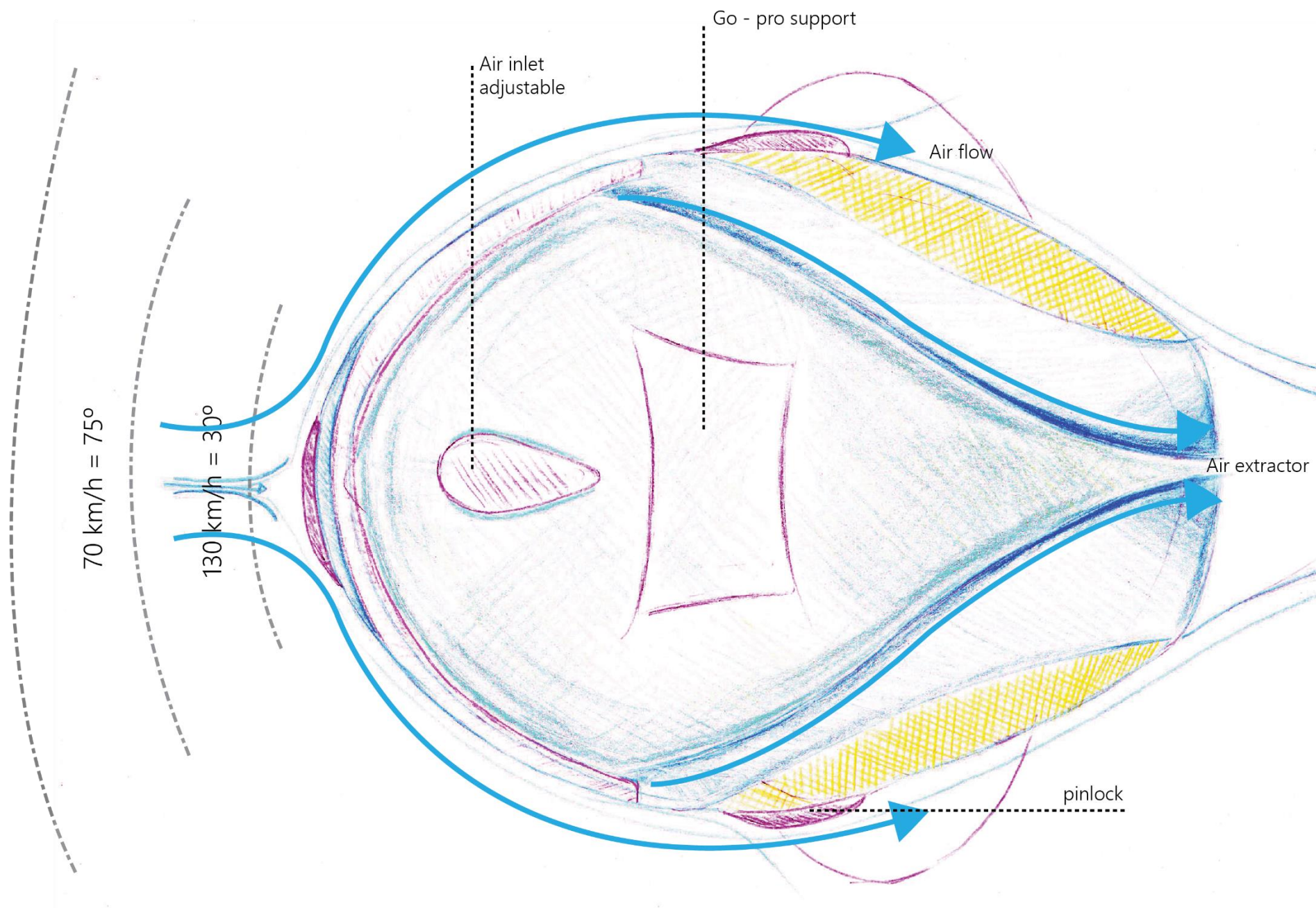
Air inlet adjustable

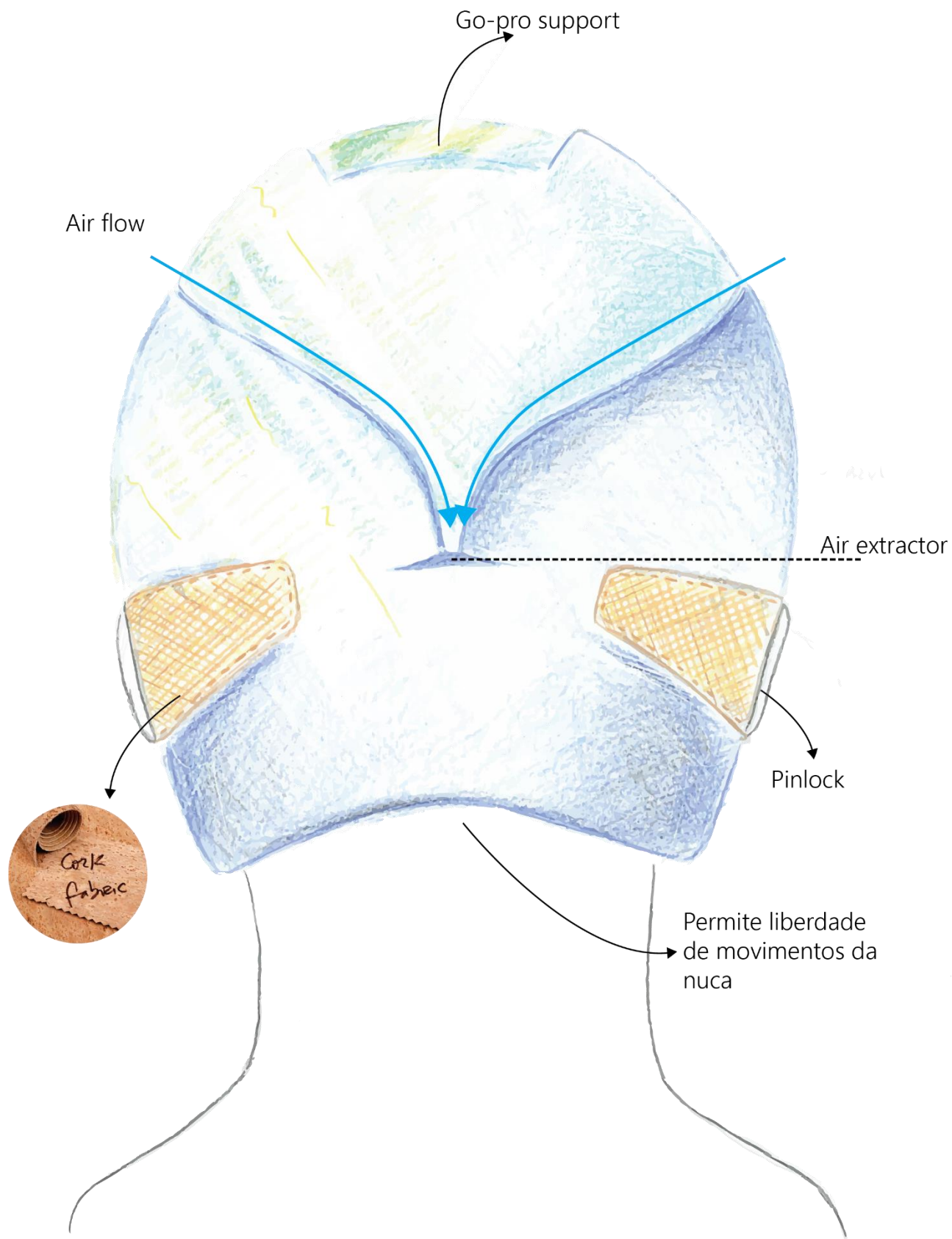
Go - pro support

Air flow

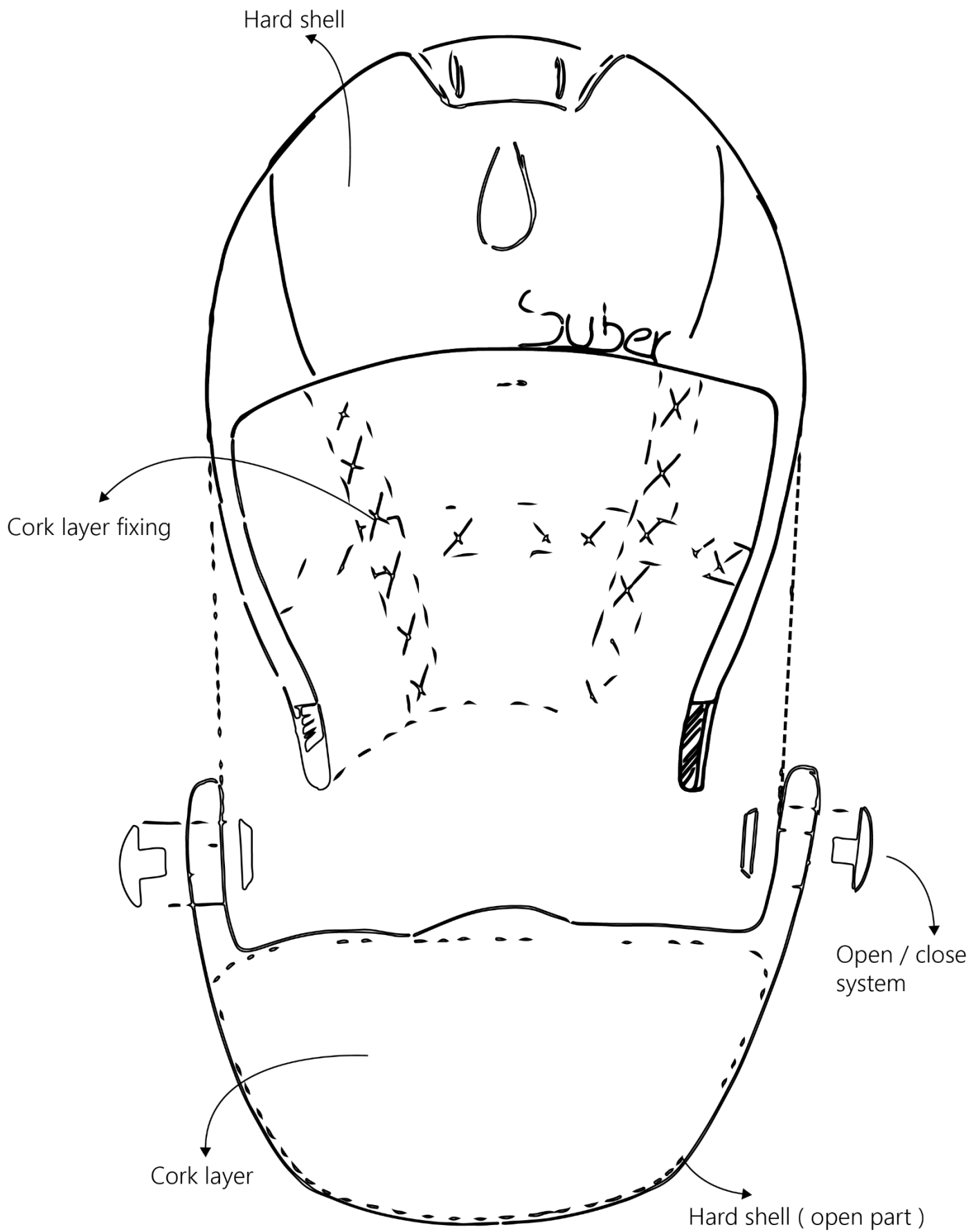
Air extractor

pinlock









Estes anexos só estão disponíveis para consulta através do CD-ROM.
Queira por favor dirigir-se ao balcão de atendimento da Biblioteca.

Serviços de Biblioteca, Informação Documental e Museologia
Universidade de Aveiro